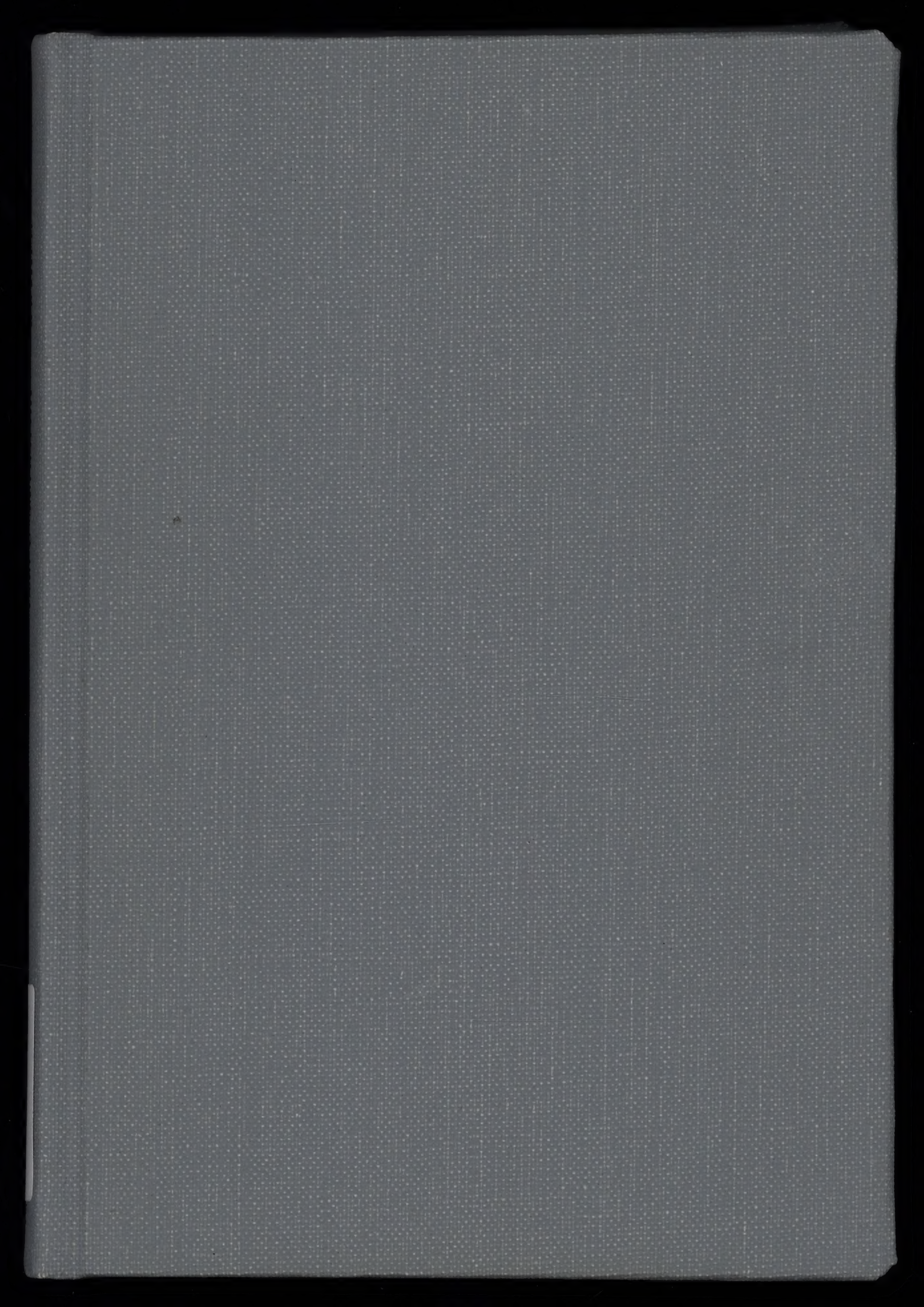
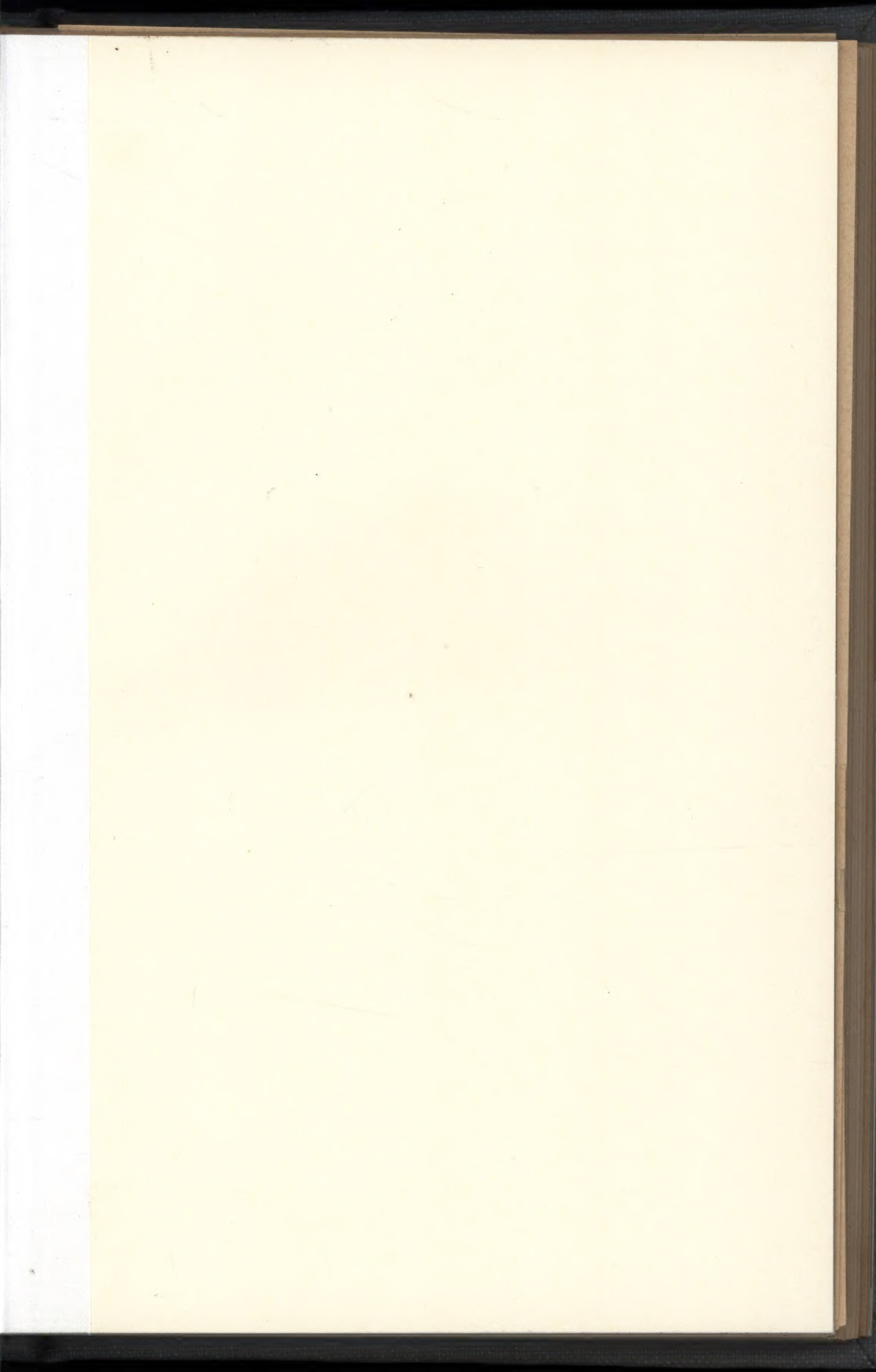
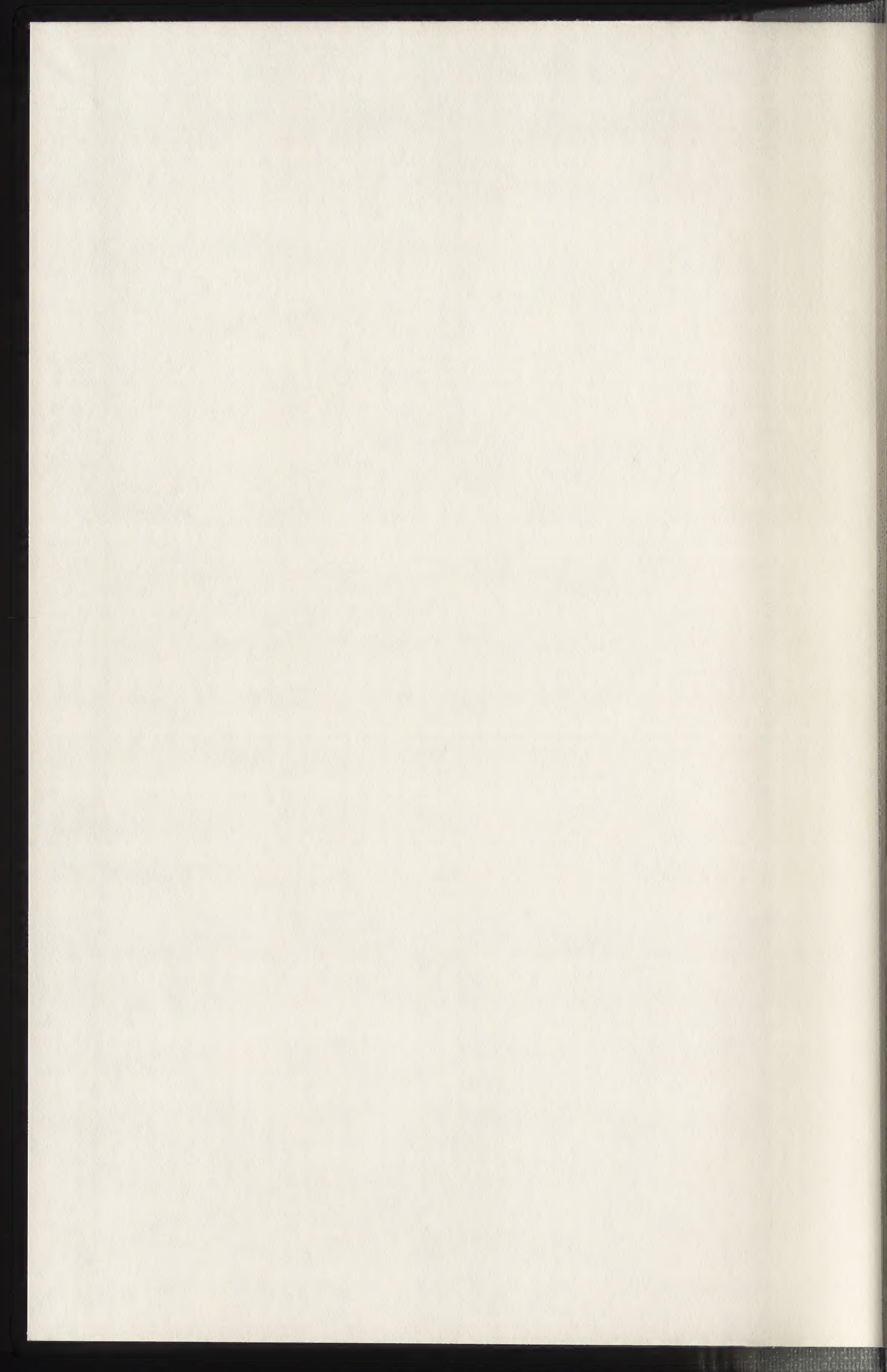
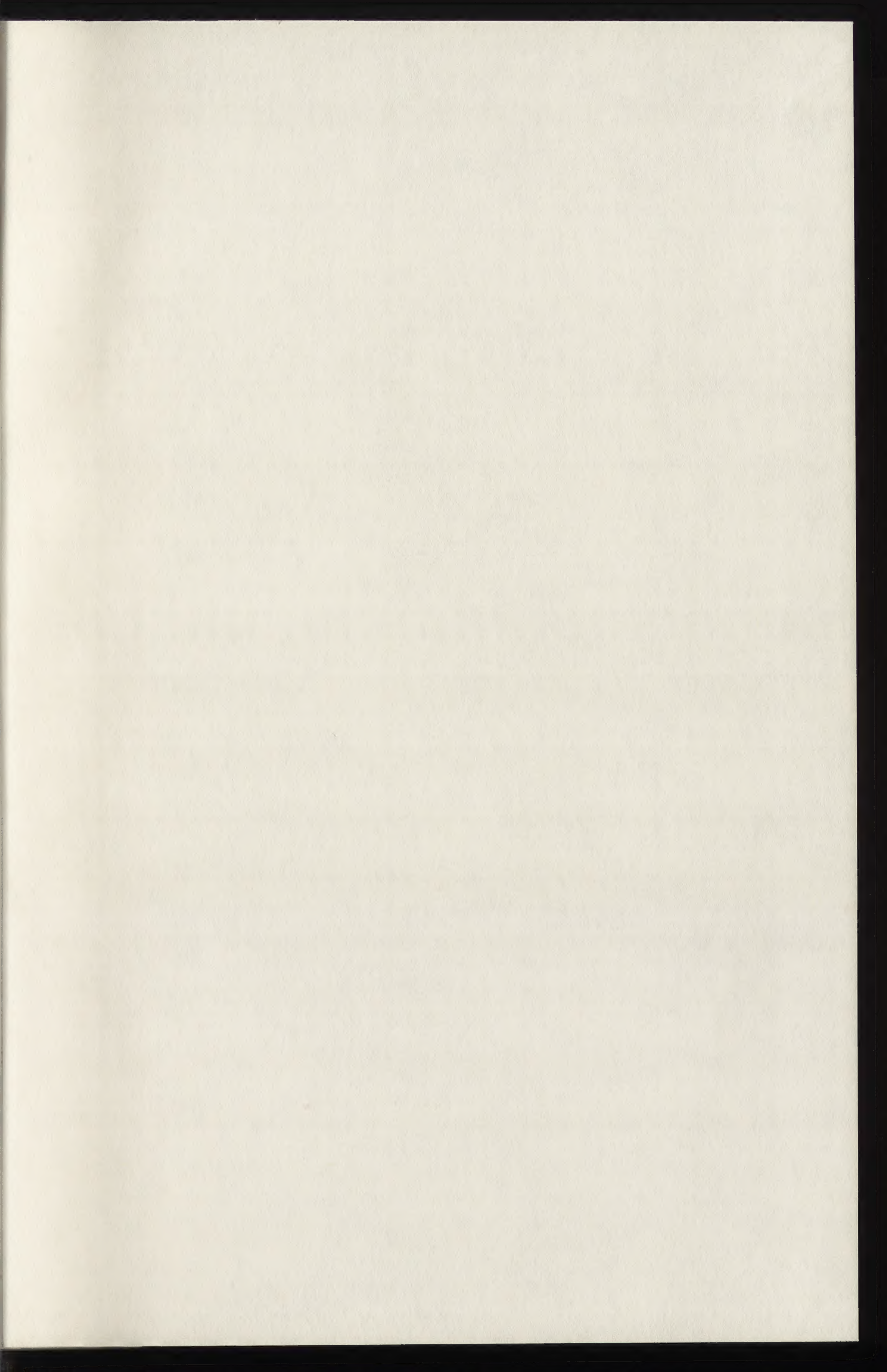
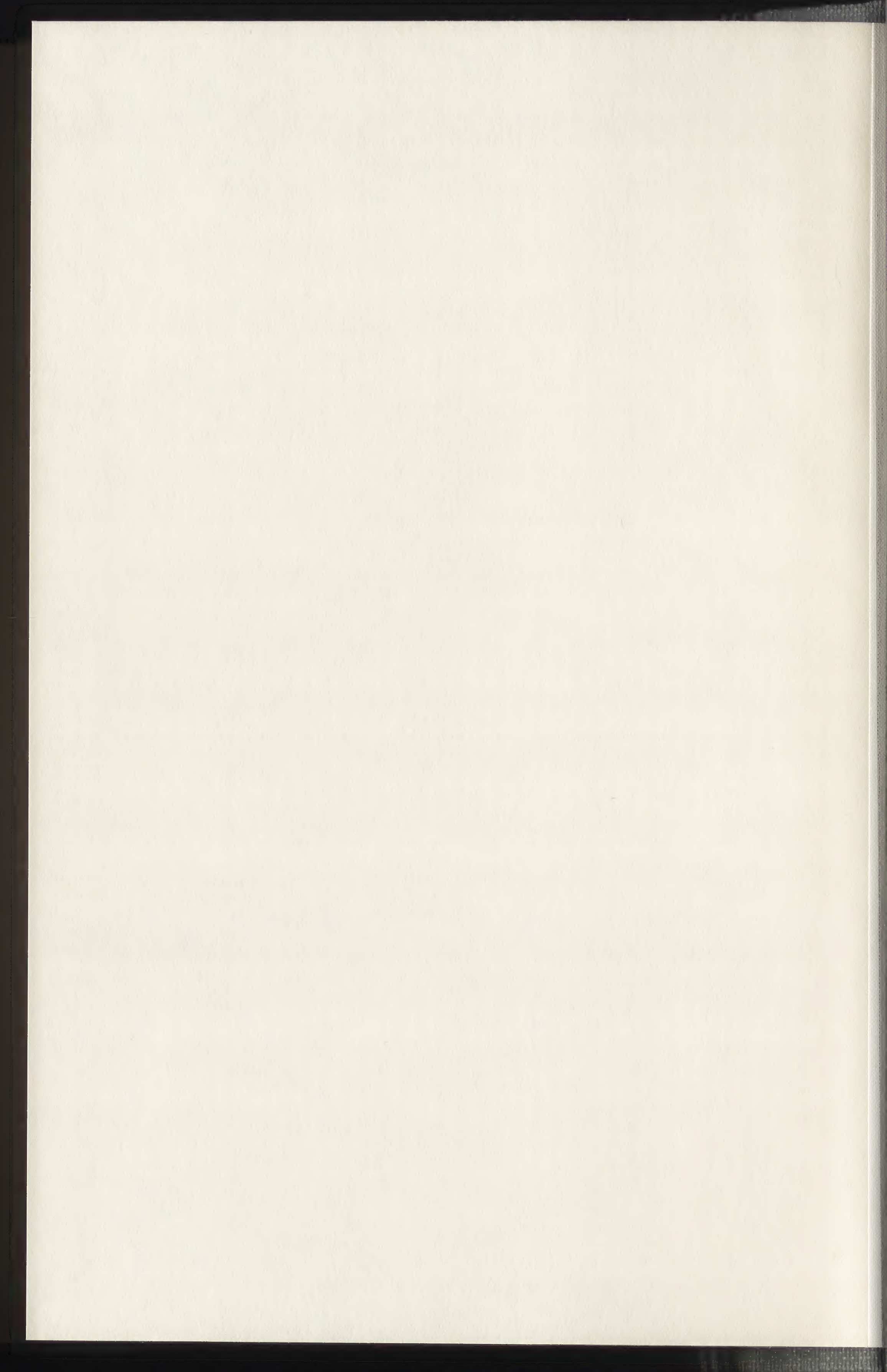


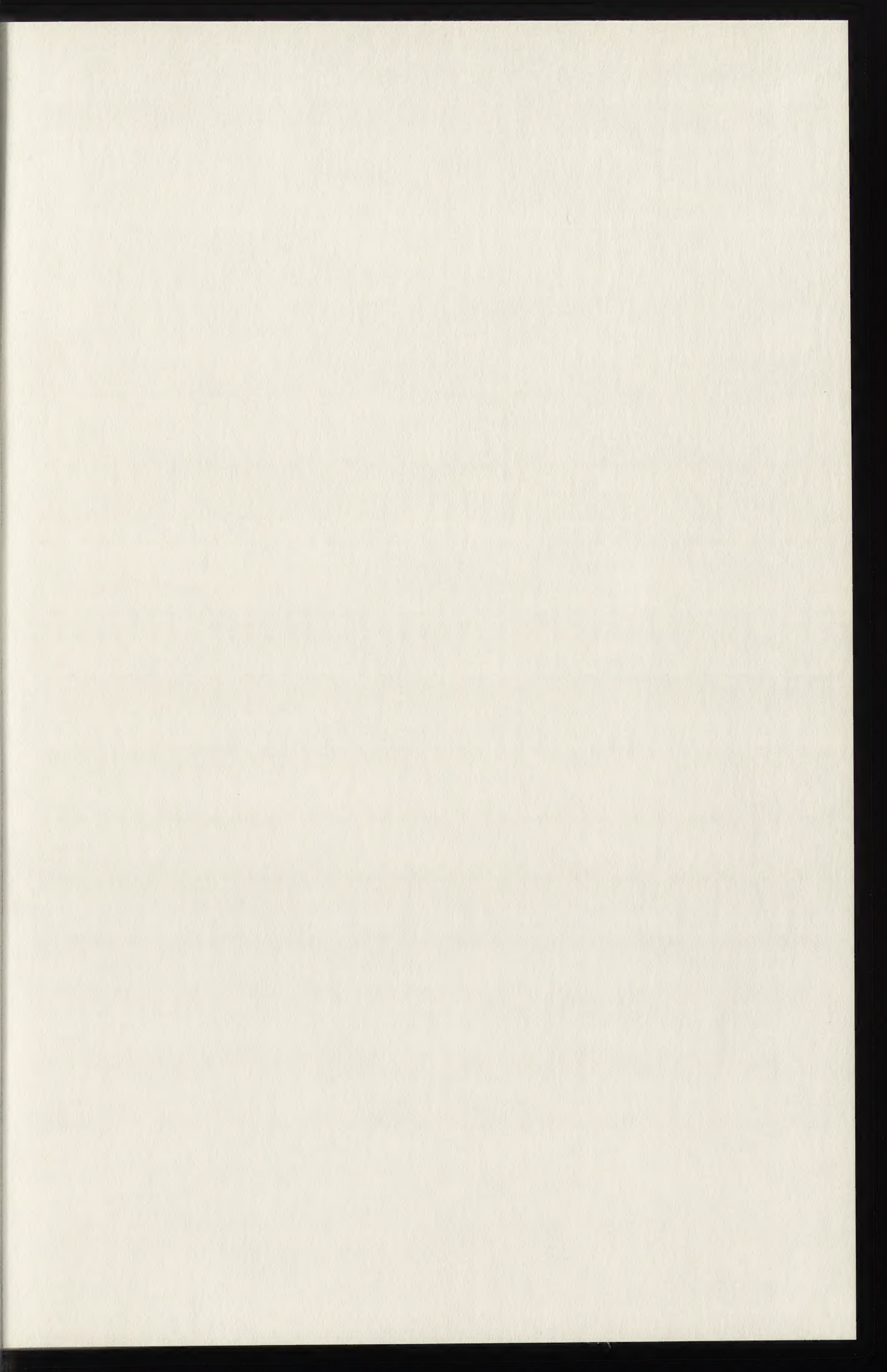

THE GETTY CENTER LIBRARY
Why ask for the moon
when we have the stars?
AS

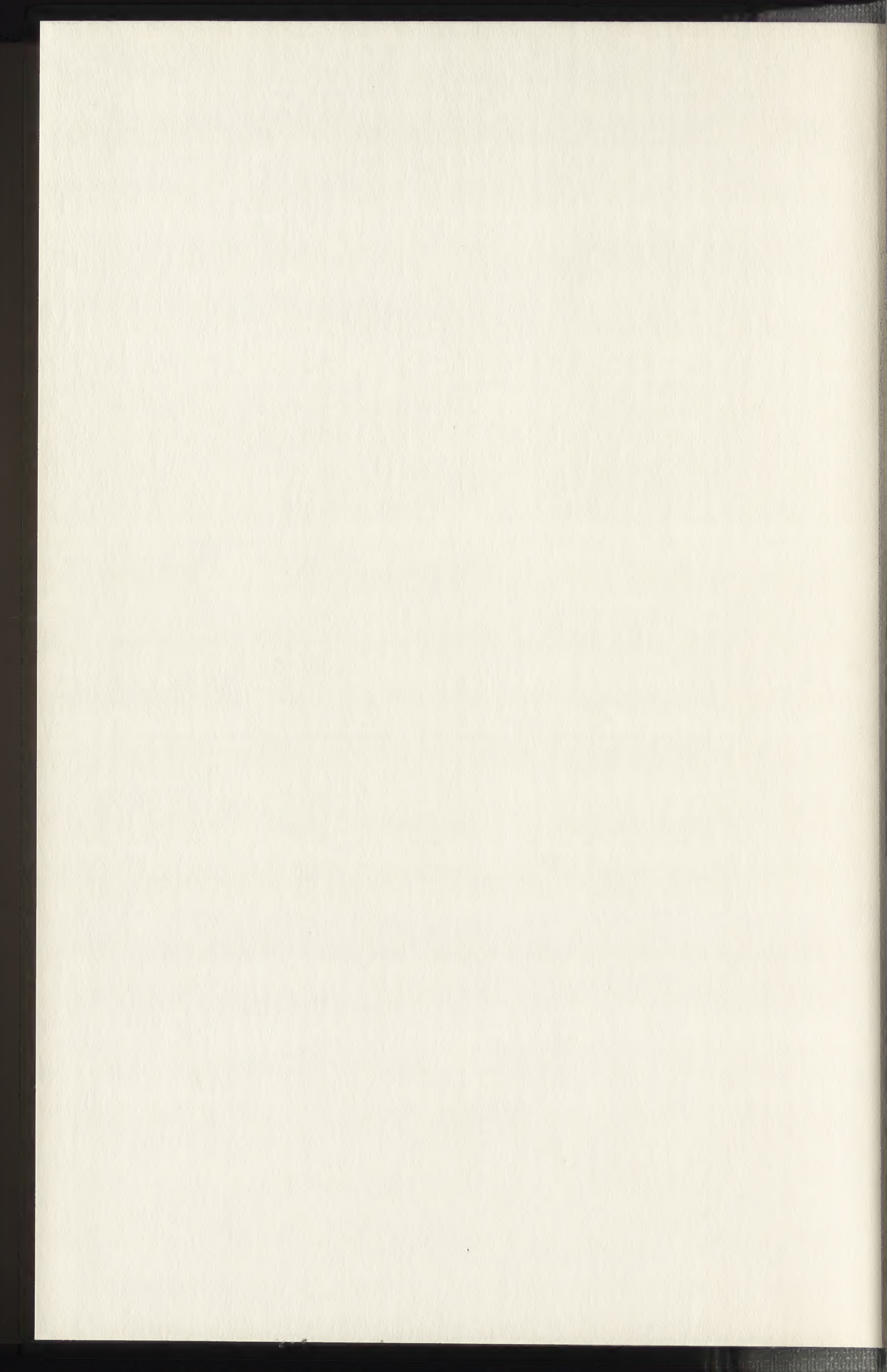












Mittheilungen

der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien

am eidg. Polytechnikum in Zürich.

3. Heft:

Methoden und Resultate der Prüfung von Eisen und Stahl und anderer Metalle.

Zusammengestellt von

L. Tetmajer

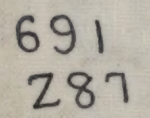
Ingenieur, Professor am eidg. Polytechnikum, Vorstand der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien etc.

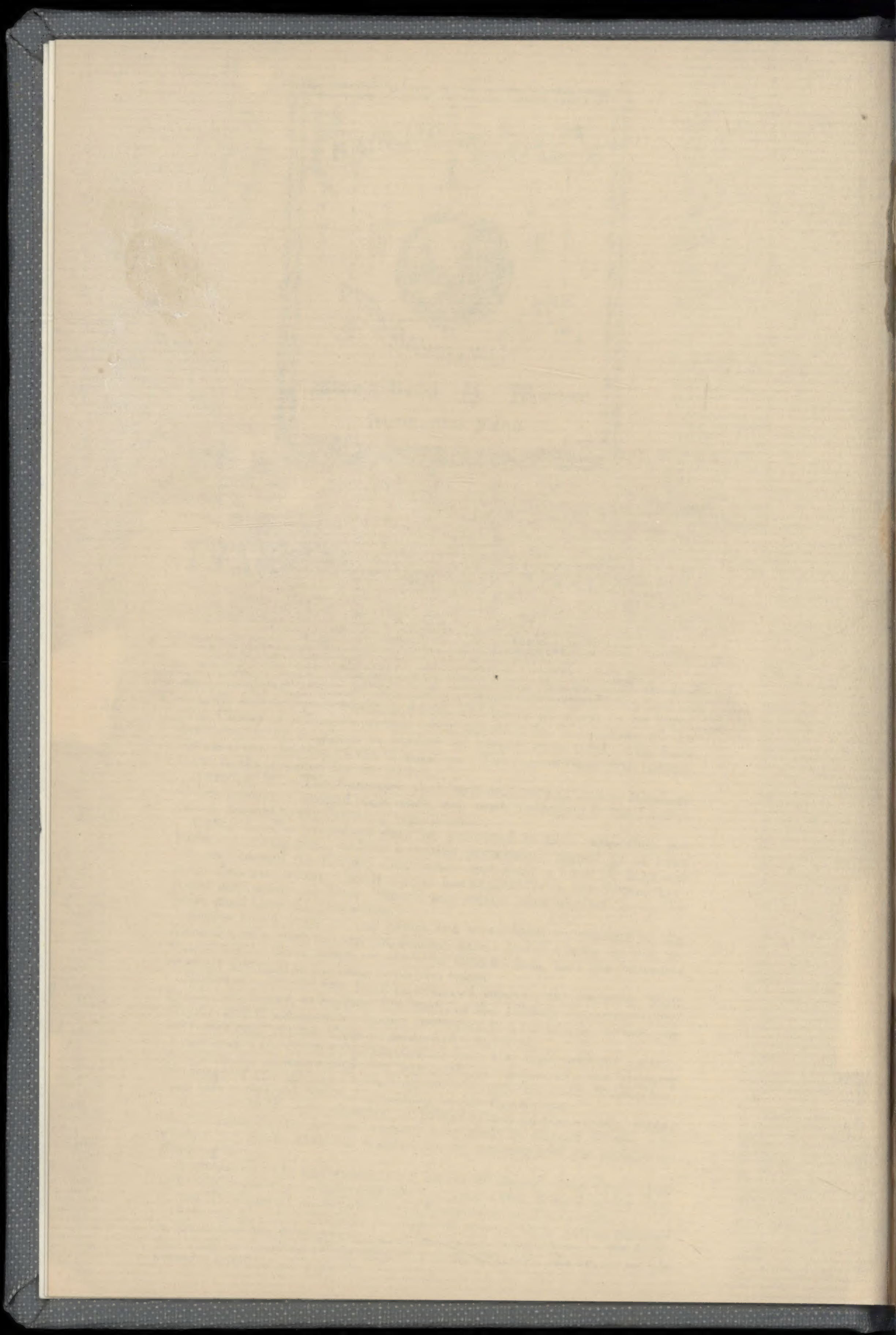
Mit 8 Tafeln und 38 Textfiguren.

Commissions-Verlag von **Meyer & Zeller** in **Zürich.**

Druck von Zürcher und Furrer in Zürich.

1886.





Mittheilungen

der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien

am eidg. Polytechnikum in Zürich.

3. Heft:

Methoden und Resultate der Prüfung von Eisen und Stahl und anderer Metalle.



Zusammengestellt von

L. Tetmajer

Ingenieur, Professor am eidg. Polytechnikum, Vorstand der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien etc.

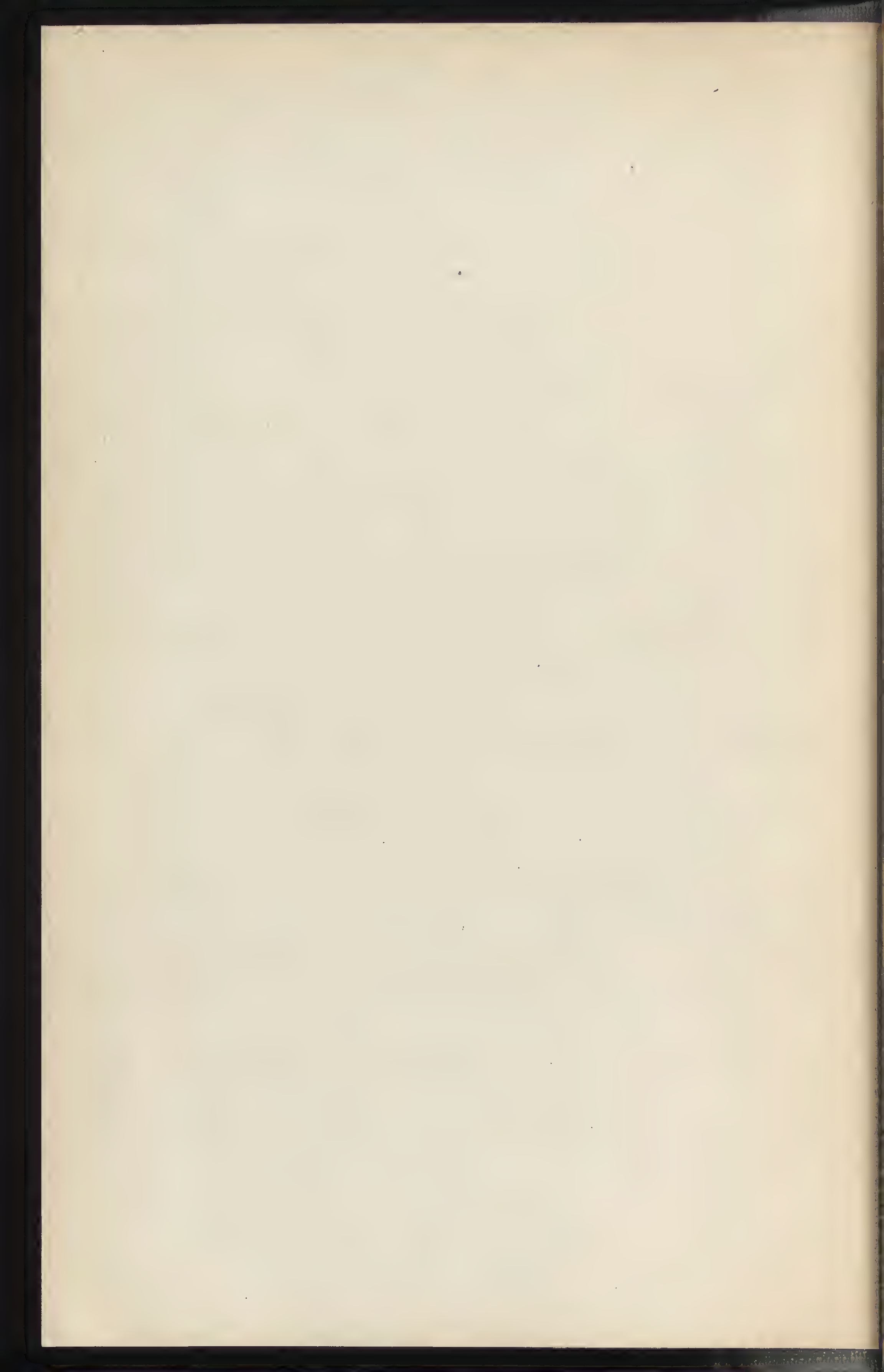
Mit 8 Tafeln und 38 Textfiguren.

Commissions-Verlag von **Meyer & Zeller** in **Zürich.**

Druck von Zürcher und Furrer in Zürich.

1886.

Inhaltsverzeichniss.



Vorwort.

Das vorliegende, 3. Heft der Mittheilungen der „Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am schweizer. Polytechnikum“ ist eine weitere Ausführung der im Jahre 1883 vom schweiz. Ingenieur- und Architecten-Verein herausgegebenen Broschüre über:

Einheitliche Nomenclatur

und

Classification von Bau- und Constructionsmaterialien.

I. Theil: **Eisen und Stahl.**

Es enthält neben einer kurzen Beschreibung der Prüfungsmethoden, Maschinen und Messwerkzeuge, diejenigen der bisher gewonnenen Versuchsresultate in der Metallbranche, welche allgemeines Interesse besitzen und für die, Seitens der Auftraggeber, kein ausdrücklicher Vorbehalt gegen Publication vorlag. Die meisten der vorliegenden Resultate sind also Ergebnisse in der Anstalt beantragter Festigkeitsversuche, an welche sich wissenschaftliche Untersuchungen in der einen oder anderen Richtung knüpfen. Für Rechnung der Anstalt konnten selbstständige Untersuchungen in der Metallbranche nur ausnahmsweise und dann in bescheidenem Umfange durchgeführt werden, denn einmal absorbirten Arbeiten auf anderen Gebieten die Einrichtungen der Anstalt in hohem Masse, dann aber genügen die verfügbaren Mittel zur Inangriffnahme grösserer wissenschaftlicher Untersuchungen in dieser Richtung nicht. Das eidgen. Festigkeitsinstitut ist eben lediglich Prüfungsstation und mit Versuchsanstalten der Nachbarstaaten, die über genügendes Personal, ausgiebige Hülfsmittel und entsprechende Einrichtungen verfügen, nicht in gleiche Linie zu stellen.

Die unbefriedigende Anordnung des Stoffes, sowie manche Wiederholungen waren durch den Umstand bedingt, dass der hier benutzte Satz grösseren Theils aus älteren, in der „Schweiz.

Bauzeitung“ (Redaktor A. Waldner) erschienenen Abhandlungen oder aus anderen selbstständigen Broschüren und Berichten herrührt und nicht wesentlich verändert werden konnte. Auch war es nicht thunlich, den uns überlassenen Satz Jahre lang stehen zu lassen. So kam es, dass insbesondere der Inhalt des ersten und ältesten Theiles der Broschüre durch neuere Untersuchungen theilweise modificirt, zu nachträglichen Berichtigungen und einzelnen unumgänglichen Wiederholungen führte.

Bezüglich des grösseren Theils bekannten Inhalts vorliegender Broschüre haben wir folgende Bemerkungen:

Die Methode der Qualitätsbestimmung eines Constructionsmetalles durch einen der Deformationsarbeit des Materials angenähert proportionalen Zahlenwerth hat in wissenschaftlichen Kreisen Beachtung, mitunter auch Anerkennung gefunden. Aber auch Männer von Fach, Eisenhüttentechniker im Lande, sowie jenseits der Landesgrenzen haben die Sache aufgegriffen und in Wort und Schrift behandelt. Das Zutreffendste, was bezüglich der Frage der Qualitätsbestimmung der Constructionsmetalle vom Boden der Arbeitscapacität Seitens der Opposition vorgebracht wurde, hat unzweifelhaft der verdiente Eisenhütten- und Festigkeitstechniker Prof. Rich. Åckerman im „Ingeniörs-föreningens Förhandlingar“ Stockholm (1885) ausgesprochen, indem er sagt:

„Diese Norm (d. i. die von Wöhler eingeführte Summe aus Zugfestigkeit und Contraction) der Qualitätsbestimmung macht freilich Anspruch auf Wissenschaftlichkeit, es ist aber höchst merkwürdig, dass sie als wissenschaftlich angesehen werden kann. Zum Wenigsten kann wol nicht in Abrede gestellt werden, dass die von Professor Tetmajer in Zürich empfohlene Norm in dieser Beziehung viel höher steht; dieselbe basirt auf dem Producte der Zerreissungsbelastung und den Dehnungsprocenten und gibt in Folge davon einen relativen Werth der bei der Zerreissung geleisteten Arbeit. — Wenn aber auch diese Qualitätsbestimmung durch ihre wirkliche Wissenschaftlichkeit grosse Vorzüge vor der von den deutschen Bahnen beliebten hat, so ist doch auch Tetmajer sehr oft weit von zufriedenstellenden Resultaten entfernt, und behaupte ich meinerseits, dass ich nicht die geringste Aussicht erblicke, dass man je zufriedenstellende Normen für die Bestimmung der Güte des Eisens feststellen könne, die mit Vortheil sich anwenden lassen bei allen für die verschiedensten Zwecke bestimmten Eisensorten; man wird vielmehr fort und fort in den verschiedenen Fällen verschiedene Werthbestimmungsmethoden für die Güte des Eisens zu benutzen haben.

Fassen wir zuerst den Fall ins Auge, der für die schwedische Eisenindustrie am nächsten liegt, d. h. die Zwecke, zu denen schwedisches Eisen zumeist verwendet wird: die verschiedenen Arten der Kleineisenfabrication, so ist es für die Mehrzahl derselben von geringer Bedeutung, ob seine Festigkeit ein wenig grösser oder geringer; der Ueberpreis der dazu verwendeten Eisensorte wird vielmehr bedungen, theils durch Freisein von Unarten, mit anderen Worten: durch seine Brauchbarkeit für die betreffende Fabrication, die zahlreichen Ausschuss ausschliesst, theils durch seine Zähigkeit, Dichtheit und Gleichförmigkeit, die indess viel sicherer beurtheilt werden nach für jeden Fall angepassten einfachen Schmiede-, Biege- und Torsionsproben als nach Zerreissproben.

Wie unanwendbar vor allen Dingen die Wöhler'sche Zahl für solches Eisen ist, geht sofort daraus hervor, dass das reinste schwedische Eisen nach ihr tiefer stehen würde, als Eisen, welches auf dem Weltmarkte kaum mit halb so hohem Preise bezahlt wird. Tetmajer's Scala gibt allerdings weniger grosse Abweichungen von den vom Weltmarkte bestimmten wirklichen Werthen, aber auch sie lässt keineswegs einem für Verarbeitungszwecke guten Eisen volle Ehre widerfahren.

Allerdings sind diese Methoden der Qualitätsbestimmung nicht für solche Eisensorten, wie sie vorherrschend in Schweden erzeugt werden, sondern vielmehr auf Eisen und Stahl zu Constructionszwecken und zu Eisenbahnmaterial berechnet worden. Aber auch hier darf man sie nur mit Vorsicht anwenden und ältere, vergleichsweise einfache, practische Proben können oftmals viel bessere Anleitung zur Beurtheilung der Güte des Productes abgeben."

Im Wesentlichen stimmen wir den Ausführungen des Herrn Prof. Åckerman vollständig bei. Sofern die sog. Materialqualität, die Summe der technisch-wichtigen Eigenschaften eines Materials bezeichnen soll, wird es zweifellos niemals gelingen, sie durch eine Zahl auszudrücken. Allein unsere Qualitätsbestimmung strebt dies auch gar nicht an. Sie soll lediglich nur die Leistungsfähigkeit eines Constructions-Materials bei statischen oder dynamischen Inanspruchnahmen zuverlässiger kennzeichnen, als dies durch die bisherigen Methoden der Qualitätsbestimmung geschah.

Bezüglich Åckerman's Ausführungen bleibt zu bemerken, dass das reine, zähe, für manche Verarbeitungszwecke fast unersetzliche schwedische Eisen, dank seiner exceptionellen Weichheit, keineswegs zu jenen Constructionseisen zählt, die doppelten Marktpreis beanspruchen. Bei Constructionseisen fällt der Schwerpunkt mit Recht auf die Festigkeitsverhältnisse, welchen sich ein hinreichendes Mass von

Zähigkeit zuzugesellen hat. Festigkeit und Zähigkeit bilden aber jene Elemente, die vereint mit Naturnothwendigkeit in der Qualitätsbestimmung vom Boden der Arbeitscapacität zum Ausdrucke gelangen und dadurch den inneren Werth der Methode begründen. Auch ist die Qualitätsbestimmung durch das der Arbeitscapacität angenähert proportionale Product aus specifischer Zugfestigkeit in die relative Dehnung nach Bruch für die tägliche Praxis bestimmt. Zu wissenschaftlichen Zwecken, vergl. beispielsweise die „relative Werthbestimmung des Fluss- und Schweisseisens" Seite 79 u. f. dieses Heftes, benutzen auch wir die Arbeitsdiagramme direct, obschon die Constanz des Völligkeitscoefficienten die Verwendung des genannten Productes sehr wol rechtfertigen würde!

Wöhler hält die Contraction für den allein seligmachenden Zähigkeitsfactor. Und obschon nicht in Abrede gestellt werden kann, dass bei zähen Constructionsmetallen der Zähigkeitsgrad durch die Einschnürung an der Zerreissungsstelle näherungsweise zum Ausdrucke gelangt, so ist sie doch weit entfernt davon einen brauchbaren Zähigkeitsmesser der Baustoffe überhaupt (z. B. bei Gusseisen, Holz etc.) abzugeben.

In richtiger Erkenntniss der Sachlage hat denn auch die Münchener Conferenz zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden die Ermittelung der Arbeitscapacität der Baustoffe empfohlen und diese speciell für Gusseisen*) und Holz**) als Werthmesser bezeichnet. Dass das schmiedbare Eisen hier keine Ausnahme macht und machen kann, ist kaum zu bezweifeln. Es scheint somit lediglich nur eine Frage der Zeit zu sein, wann die Qualitätsbestimmung vom Boden der Arbeitscapacität allgemein anerkannt und benutzt werden wird.

Bei Durchsicht unserer Vorschläge für das schmiedbare Constructionseisen werden zunächst in der Ausdrucksweise des Qualitätscoefficienten durchgreifende Aenderungen wahrgenommen werden. Nach Kenntnissnahme der einschlägigen, älteren Arbeiten des Hrn. Professor Bergrath Jenny in Wien haben wir Veranlassung genommen, uns der von ihm gewählten Ausdrucksweise (Arbeitsvermögen der cubischen Einheit) zu nähern und drücken unseren Qualitätscoefficienten nun durch

$c = \beta \, . \, \lambda$ aus, worin

$$\beta = \frac{\text{Bruchkraft in } t}{\text{Querschnittsinhalt in } cm^2}; \quad \lambda = \frac{\text{Verlängerung}}{\text{Ursprüngliche Länge}}$$

bedeutet.

---

*) **) Vergl. Mittheilung des mech. techn. Laboratoriums. J. Bauschinger, 14. Heft, Seite 192; 207.

Anzudeuten, dass als Krafteinheit die *t* (à 1000 *kg*), als Längeneinheit der *cm* gewählt sind, haben wir unsere frühere Bezeichnung *t*°/o durch *tcm* ersetzt. Aber auch bezüglich der Grösse der einzelnen Ansätze werden einige, den Fortschritten unserer Kenntnisse angemessene Abänderungen angetroffen werden. Das Ganze ist derart geordnet, dass Jedermann in den Stand gesetzt wird, im gegebenen Falle die speciellen Vorschriften für die Qualitätsprobe der Zusammenstellung ohne Weiteres zu entnehmen. Anderseits muss betont werden, dass die vorliegenden Ansätze die älteren Qualitätsproben, wie z. B. die Schmied- und Stauchproben, die Lochungsproben, die Schweiss-, Temper- und Härteproben, die man dem gegebenen Bedürfnisse anzupassen hat, keineswegs ersetzen oder entbehrlich machen. So z. B. bei Beurtheilung der Qualität des Nieteisens; Zerreissproben sind hier nützlich, die in unseren Ansätzen auch berücksichtigte Stauchprobe geradezu unentbehrlich, denn nur sie vermag mit Sicherheit zu constatiren, ob das Material genügend homogen, zähe, frei von Schweissnäthen etc. ist, um tadellose Nietköpfe zu geben. Auch muss hervorgehoben werden, dass neben der Qualitätsprobe an sich die in neuester Zeit speciell in Deutschland arg vernachlässigte Erprobung des Productes an ganzen Gebrauchsstücken mit ausschlaggebendem Character durchzuführen ist. Versuche mit ganzen Gebrauchsstücken fordern einheitliche Prüfungsmaschinen und werden Producenten von Materialien, die regelmässigen Proben dieser Art unterworfen sind, die Frage der maschinellen Vorkehrungen behufs einheitlicher Vornahme solcher Versuche im eigensten Interesse je eher zu prüfen und dafür zu sorgen haben, dass die bestehenden, in dieser Richtung meist unbefriedigenden Zustände ein baldiges Ende finden.

Bei Durchsicht unserer Prüfungs- und Qualitätsvorschläge für Eisenbahn- und andere Constructionsmaterialien in Flusseisen wird ferner die Einführung der chemischen Zusammensetzung auffallen. Der Vorschlag, die schädlichen Beimengungen des schmiedbaren Flusseisens nach Oben einzugrenzen, dürfte in manchen Kreisen nicht mit Unrecht Bedenken erwecken. Gestützt auf die bisherigen Erfahrungen werden wir indessen an diesen Vorschriften so lange festhalten, als nicht experimentell im Grossen der Nachweis erbracht sein wird, dass es gelungen sei, schmiedbares Flusseisen herzustellen, dessen Zuverlässigkeit ungeachtet der chemischen Zusammensetzung, ausser allem Zweifel stehe.

Die Frequenz des eidg. Festigkeitsinstitutes nimmt von Jahr zu Jahr in erfreulicher Weise zu. Bei der an sich angestrengten Lehrthätigkeit des Vorstandes und in Ermangelung eines ständigen Assistenten, war die Bewältigung aller Arbeiten bloss durch zeitweise Bedienstung ehemaliger Schüler des eidg. Polytechnikums möglich. Wir nehmen mit Vergnügen diesen Anlass wahr, um der Dienstleistungen der Herren Ingenieure Clausen, Gähwyler und Smalenburg mit Anerkennung zu gedenken.

Dass es möglich wurde, in der einen oder anderen Richtung Beiträge zur Kenntniss der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse der wichtigsten aller modernen Constructionsmaterialien zu liefern, ist dem aufmunternden Entgegenkommen der Technikerschaft des Landes, vor Allem aber den hohen Schul- und Bundesbehörden zu danken, die nicht müde werden, zum Ausbau des Institutes stets neue Opfer zu bringen.

Die typographischen Arbeiten vorliegender Broschüre besorgte die Officin der Herren Zürcher & Furrer in Zürich. Sie hat durchwegs Vorzügliches geleistet und kann zu ähnlichen Arbeiten füglich Jedermann bestens empfohlen werden.

Zürich, im Januar 1886.

Der Vorstand.

Methoden und Resultate der Prüfung der Metalle.

Einleitung.

Die bisherigen Anträge zur Vornahme von Festigkeitsproben mit Metallen liefen sporadisch in der Regel anlässlich einzelner Uebernahmen von Eisenbahnmaterialien oder bei Bezug von Constructionsmaterial für grössere Ausführungen im Civil, Brücken- und Maschinenbaufache ein. Anträge dieser Art beschränken sich stets auf die einfache, sog. reducirte Qualitätsprobe; sie sind meist eiliger Natur und werden, sofern am gelieferten Versuchsmateriale keine Appreturen nöthig sind, schon bei den jetzigen Einrichtungen der Anstalt umgehend erledigt.

Ausnahmsweise wurden von einzelnen Maschinenfabriken, Bahnverwaltungen, vom technischen Inspectorat schweiz. Eisenbahnen und von eidg. Militärbehörden Anträge zur Prüfung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse verschiedener Metalle eingereicht, die in die Categorie der umfassenden Qualitätsprobe gehören. Neben den mechanischen Qualitätsproben wurden in neuester Zeit auch chemische Analysen bestimmter Materialsorten gefordert; der Vorstand des eidg. Festigkeitsinstitutes hat darauf hin mit competenten Fachmännern Abkommen getroffen, um bei mässigen Tarifansätzen auch für die Zukunft jegliche einschlägigen chemisch-analytischen Arbeiten annehmen und ausführen lassen zu können.

Neben den eigentlichen Qualitätsproben liefen allerdings blos vereinzelte Anträge zur Vornahme von Festigkeitsproben mit fertigen Brücken- und Maschinenbestandtheilen, mit ungetheilten Eisenbahnbetriebsmaterialien, mit Ketten, Drahtseilen u. s. w. ein, welche gewöhnlich Fall für Fall nach einem im Voraus vereinbarten Arbeitsprogramm erledigt wurden.

Ketten und Seile bedürfen indessen keiner besondern Vereinbarung, weil die Art und Weise der Prüfung derselben bereits eine bestimmte Gestaltung angenommen hat, die bis auf weiteres beibehalten werden kann.

Von den technisch wichtigen Metallen sind der Zeit ausschliesslich das Eisen in seinen unterschiedlichen Kohlungsgraden, sowie das Kupfer und einige Legirungen desselben zur Prüfung gelangt. Demgemäss sollen auch die Resultate der ausgeführten Festigkeitsproben in zwei Abtheilungen, nämlich:

I. Abtheilung: Eisen.
II. „ Kupfer und Legirungen,

zusammengefasst werden. Die Unterabtheilungen entsprechen der, vom schweiz. Ingenieur- und Architecten-Verein angenommenen Classification dieser Materialien.

Methoden und Hülfsmittel der Untersuchungen.

a) Specifisches Gewicht (Dichte).

Das specifische Gewicht oder die Dichte (unter zu Grundelegung zusammengehöriger Gewichts- und Volumeneinheiten werden spec. Gewicht und Dichte compacter Körper durch die gleichen Zahlen ausgedrückt) werden mittels hydrostatischer Wage oder an Hand passender Volumometer ermittelt. Im ersten Falle bestimmt man den Gewichtsverlust im Wasser, — in letzterem Falle das Volumen des verdrängten Wassers direct; der Quotient aus Gewicht durch das Volumen des Körpers, also

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

stellt das spec. Gewicht dar und wird in *tn* pro m^3 ausgedrückt.

b. Die chemische Analyse (nach Dr. Treadwell).

Zur Zeit sind durch Vermittlung des eidg. Festigkeitsinstitutes in der Metallbranche blos Stahlanalysen und zwar Schienenstahl mehrerer schweiz. Eisenbahnen ausgeführt worden. Wie aus nachstehenden Zusammenstellungen erhellt, wurde der Schienenstahl auf seinen Gehalt an Kohlenstoff (C), Phosphor (P), Schwefel (S), Silicium (Si) und Mangan (Mn) quanti-

tativ analysirt; sämmtliche Bestimmungen sind doppelt ausgeführt, die angeführten Zahlen erscheinen somit als Mittelwerthe aus zwei Versuchen.

Der Kohlenstoff wurde bestimmt durch Zersetzen der mit Aether gewaschenen Drehspäne mit Kupferchlorid-Chlorammonium. Der ausgeschiedene Kohlenstoff wurde sodann nach der durch Fresenius modificirten Ullgren'schen Methode mit Chromsäure verbrannt, das gebildete Kohlendioxyd in Kalibimstein aufgefangen, gewogen und daraus der Kohlenstoff berechnet.

Bestimmung des Siliciums und des Phosphors. Eine gewogene Menge Drehspäne wurden in Salpetersäure (spec. Gew. 1,20) gelöst; die Lösung mit Ammonnitrat versetzt, im Sandbade zur Trockne eingedampft und schliesslich über einer Flamme geglüht, bis die Nitrate vollständig zersetzt waren. Der trockene Rückstand wurde sodann mit concentirter Salzsäure behandelt, die Kieselsäure filtrirt, geglüht, mit Natriumcarbonat aufgeschlossen und aus der Schmelze das Silicium als Kieselsäure bestimmt.

Aus dem Filterreste der Kieselsäure ist die Phosphorsäure nach A. A. Blair's Methode bestimmt worden. Die Eisenlösung wurde mit saurem Ammonsulfit reducirt, etwas Eisenchlorid hinzugefügt, mit Ammonacetat gefällt und filtrirt. Der Niederschlag, welcher den Phosphor als phosphorsaures Eisen enthält, wurde in Salzsäure gelöst, mit Citronensäure versetzt, die Phosphorsäure mit Magnesiamixtur gefällt, geglüht, gewogen und daraus der Phosphor berechnet.

In einer besondern Probe wurde der Schwefel und das Mangan bestimmt. Der Schwefel wurde nach Landolt's Methode ermittelt. Eine gewogene Portion Drehspäne wurde in Salzsäure gelöst und die sich entwickelnden Gase in Bromsalzsäure aufgefangen. Der in Schwefelsäure verwandelte Schwefel wurde sodann mit Chlorbarium gefällt, das Bariumsulfat gewogen.

Der beim Lösen des Eisens zurückgebliebene Rückstand wurde filtrirt, getrocknet, mit Soda und Salpeter geschmolzen, mit Salzsäure behandelt und die möglicher Weise noch vorhandenen Spuren von Schwefelsäure mit Chlorbarium gefällt, gewogen und zur obigen Bariumsulfat-Menge addirt. Aus dem gesammten Bariumsulfat wurde schliesslich der Schwefel berechnet.

Die salzsaure Lösung diente zur Bestimmung des Mangans nach Pattinson's Methode. Zu diesem Ende wurde

die Einlösung, welche ca. 5 gr. Eisen enthielt, mit Salpetersäure oxidirt, mit Caliumcarbonat fast neutralisirt; die Lösung, welcher 4 gr. Caliumcarbonat, 30 cm^3 Chlorkalklösung (15 Gr. in 1 Liter), dann nochmals 4 gr. Caliumcarbonat beigefügt wurde, ist mit siedendem Wasser auf ca. 500 cm^3 verdünnt worden. Der Niederschlag, welcher das gesammte Mangan als Manganbioxyd enthält, wurde filtrirt und mit Ferrosulfatlösung titrirt. Aus der verbrauchten Menge der Ferrosulfatlösung wurde das Mangan berechnet.

c. Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse.

Wie bereits im Vorworte Erwähnung geschah, dient im eidg. Festigkeitsinstitute zur Feststellung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Metalle die mit Bauschinger's Messwerkzeugen ausgerüstete Werder'sche Festigkeitsmaschine. Maschine und Messwerkzeuge sind allgemein bekannt, die kleinen Abänderungen zu unerheblich, um einlässliche Beschreibungen der Apparate zu motiviren. Ebenso ist bekannt, dass mit der entsprechend ausgerüsteten Maschine innerhalb ihrer disponiblen Tragfähigkeit von *100tn*, Zug-, Druck-, Knickungs-, Bruch-, resp. Biegungs- und Torsionsproben, sowohl an besondern, kleinen Probekörpern, als an fertigen Objecten, an grössern Maschinen- und Bruchbestandtheilen etc. ausgeführt werden können. Eine einlässliche Darstellung der Versuchsausführung in den unterschiedlichen Fällen würde zu weit führen; wir beschränken uns daher auf die Beschreibung derjenigen Festigkeitsproben, welche nach der heutigen Auffassung und dem Stande der Frage der Qualitätsbestimmung überhaupt in Beziehung stehen. Immerhin soll, soweit zum Verständniss nöthig, anlässlich der Zusammenstellung der Resultate Fall für Fall das Nothvendigste über Befestigungsarten, Versuchsausführung und specielle Beobachtungen ausgeführt werden.

Die Zugprobe.

Gegenwärtig wird die Zugprobe fast ausschliesslich zur Qualitätsbestimmung der Metalle benützt. Wir führen dieselbe sowohl an runden als rectangulären Normalstäben, deren Form und Länge einerseits mit der Form und Beschaffenheit des gelieferten Versuchsmaterials, dann aber von der Art der beantragten Qualitätsprobe abhängig ist. Ueber Form und Inhalt des Querschnitts des Probestabes lässt sich in vielen Fällen

nicht verfügen; er ist von vorneherein bestimmt. Leider üben Form und Grösse des Querschnitts etwelchen, bei verschiedenen Metallsorten, verschiedenen Einfluss auf die, selbst mittelst der nämlichen Maschine erhobenen Werthzahlen aus.

Ein die Qualität, mit ihr die Festigkeitszahlen eines Materials beeinflussender Factor liegt ferner sowohl in dem Grade der Durcharbeitung während der Fabrikation als auch in der Behandlung des Materials bei Entnahme und Zurichtung der Probekörper. Wir haben diesen Factoren so gut, als dies bei dem heutigen Stande der Versuchsausführung überhaupt thunlich, in den speciellen Vorschriften Rechnung getragen.

Zur absoluten Qualitätsbestimmung der Metalle sollten diese durch Hämmern, Walzen oder Ziehen und nachheriges Ausglühen in normale Form und normalen Zustand gebracht werden. Dadurch wird annähernd gleicher Grad der Durcharbeitung und der nämliche physikalische Zustand des Versuchsmaterials sich ergeben. Professor Dr. Hartig legt auf den physikalischen Zustand der Probekörper mit Recht ganz besonderes Gewicht (vergl. Civilingenieur XXX. Band, 2. Heft) und schlägt vor, zur Erforschung der Qualität und Classification der Eisensorten nach der spec. Zerreissungsarbeit, das Versuchsmaterial in Draht umzuwandeln, welcher sodann auszuglühen und allmählig abzukühlen wäre.

Für die Erforschung der Einflüsse fremder Beimengungen der Metalle ist der gleiche Grad der Durcharbeitung und der nämliche physikalische Zustand des Versuchsmaterials unerlässlich und es wäre sehr zu wünschen, dass ein grösseres Werk oder eine Versuchsanstalt Hartig's Vorschlag praktisch erproben würde.

Für den täglichen Bedarf hat die angebahnte Qualitätsbestimmung wenig Werth; hier muss mit dem Materiale gerechnet werden, wie es aus den letzten Zügen der Fertigwalzen, nach dem letzten Hammerschlage als fertige Handelswaare im Constructionsfache Verwendung findet; der physikalische Zustand und der Grad der Durcharbeitung bei der Verarbeitung und während der Dienstleistung ist und bleibt massgebend. Das Mass an Festigkeit und Arbeitsfähigkeit, welches ein Material bei der Verwendung und nach Ablauf einer längern Dienstperiode noch besitzt, wird nach wie vor durch Festigkeitsproben zahlengemäss auszuweisen bleiben; dass jede Aenderung des physikalischen Zustandes des Materials das Urtheil über Festigkeit und Arbeitscapacität eines in längerem Dienste gestandenen Materials trüben müsste, liegt auf der Hand.

Zu „*reducirten Qualitätsproben*“ mit *Rundstäben* benützen wir einen der in Fig. 1—4 dargestellten *Normalstäbe*. In der Regel lässt sich aus dem zu prüfenden Material irgend einer der Normalstäbe kalt herausarbeiten; schwächere

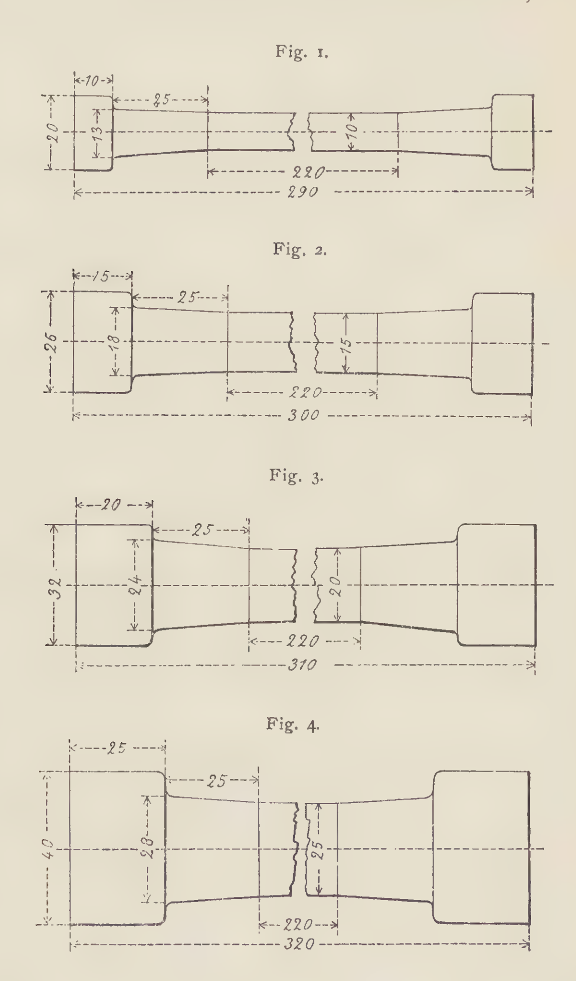


Fig. 1.

Fig. 2.

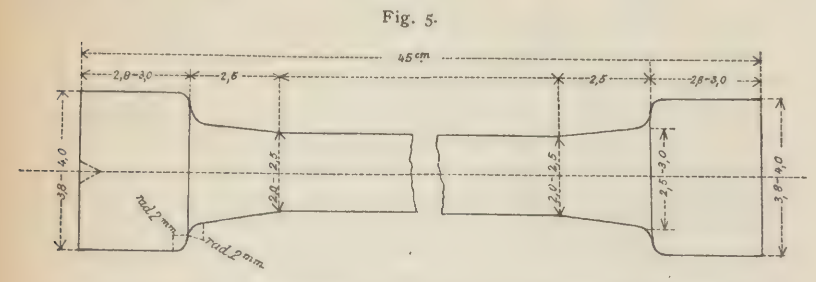
Fig. 3.

Fig. 4.

4-kantige, 6-kantige und Rundeisen etc. erhalten angestauchte Köpfe; dabei müssen die Schäfte der Versuchsstäbe so weit nachgedreht werden, dass der Einfluss der Stauchung verschwindet.

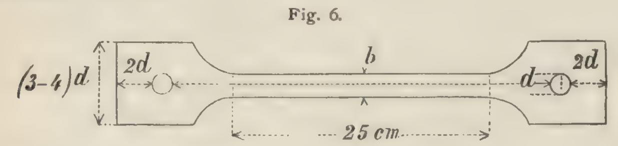
Für Elasticitätsmessung, also zur „umfassenden Qualitätsprobe“ ist eine Stablänge von 40—45 *cm* nöthig.

Fig. 5.



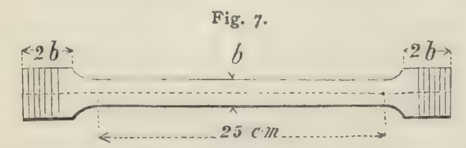
Flachstäbe erhalten die in Fig. 6 dargestellte Form. Auf eine Länge von 25 *cm* ist der Flachstab versuchsgerecht herzurichten, gleichviel ob daran Elasticitätsmessungen vorzunehmen sind oder nicht. Die Durchmesser der Bohrlöcher mit abgefasten Rändern richten sich nach der Stärke des Versuchsstabes, für welchen die Bruchfläche 3,0—3,5 cm^2 betragen sollte. Im Allgemeinen wird man sich bei Anfertigung der Probestäbe an die Verhältnisszahlen der Fig. 6 anlehnen und zur Berechnung der minimalen Bohrlochdurchmesser doppelschnittige Scherflächen anzunehmen haben.

Fig. 6.



Stab- und Quadrateisen erhalten die Fig. 7 dargestellte Form; die Befestigung geschieht mittelst keilförmiger Stahlgebisse, die in gefräste Nuthen des Versuchsstabes eingreifen.

Fig. 7.



Die Einspannung der Rundstäbe erfolgt in stählernen, in Kugelschalen beweglich gelagerten Büchsen. Flachstäbe mit Ausschluss schmaler Flacheisen, Stab- und Quadrateisen werden am Dorn zerrissen. Die früher häufig verwendete Befestigung mittelst Stahlgebissen wird bloss in solchen Fällen benutzt, wo anderweitige Hülfsmittel nicht mehr ausreichen.

Vor der Einspannung wird jeder tadellos appretirte Versuchsstab in der Regel einseitig angerissen und mittelst einer kleinen Theilmaschine von *cm* zu *cm* gekörnt. Bei Schweisseisen, namentlich bei Blechproben, ist das Anreissen und Körnen zweier gegenüberliegender Begrenzungsflächen rathsam.

Die Art der Versuchsausführung, namentlich die Dauer der Krafteinwirkung übt auf das Endresultat oft erheblichen Einfluss aus. Diesem Umstand Rechnung tragend, wird bei Qualitätsbestimmungen der Metalle anfänglich, d. h. bis zum Momente, wo erhebliche Dehnungen beginnen, die Belastungen 2 *tn*-weise gesteigert. Vom Dehnungs-Beginn belasten wir 1 *tn*-weise bis die Dehnung 5 % der ursprünglichen, zu 10,0 *cm* angenommenen Stablänge erreicht. Im Intervalle von 5 und 10 % Dehnung wird die Belastung 1/2 *tn*-, über 10 % Dehnung 1/4 *tn*-, in der Nähe des Bruches 1/8 *tn*-weise gesteigert. Selbstverständlich wird die Belastung bis zum Erreichen der grössten Tragkraft gesteigert und diese als Bruchkraft registrirt. Letztere ist geringer als die grösste während eines Versuches auftretende Spannung.

Auf eine bestimmte Dauer der Einwirkung konnte bisher keine Rücksicht genommen werden; man steigerte die Belastung der Wagschale der Werder'schen Maschine jedesmal, so oft die Luftblase der Libelle am Wagebalken einspielte. Die den Belastungen correspondirenden Dehnungen werden principiell immer erhoben und protocollirt. Die Messung der Dehnung erfolgt mittelst eines Zirkels und Transversalmassstabes stets unmittelbar vor jeder Neubelastung. Als Bruchdehnung ist die procentuale Dehnung nach Bruch angesehen, gemessen und protocollirt worden. Bei zähen Constructionsmaterialien konnte ein nennenswerther Unterschied zwischen den Dehnungen des Stabes unmittelbar vor und nach erfolgtem Bruch nicht constatirt werden.

Auf Grund umfassender, mittelst selbstregierenden Apparaten an Gespinnsten, Fischbein und Metallen angestellten Versuchen gelangt Hr. Prof. Dr. Hartig in Dresden zu folgenden Definitionen der Bruchspannung und Bruchdehnung:

„Bruchspannung ist die höchste, während des Zerreissungsversuches überhaupt auftretende Spannung des Probestabes."

„Bruchdehnung ist die gesammte Verlängerung des Probestückes im Augenblick der höchsten Anspannung desselben." Hartig bemerkt hiezu (Civilingr. Bd. XXX, Heft 2): „Bei Annahme dieser Erklärung entsprechen sich beide Begriffe genau, sie gelten für denselben Zeitpunkt. Die Bruch-

spannung ist die einzige Ursache der Bruchdehnung und diese die gesammte Wirkung der Bruchspannung; es wird keinerlei Moment herbeigezogen, welches hinter der Bruchgrenze liegende Vorgänge betrifft, Vorgänge, die gar nicht mehr auf das ganze Versuchsobject bezogen werden dürfen."

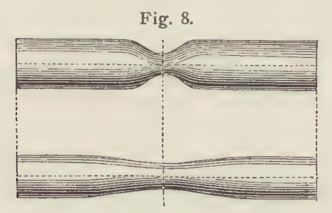
Hartig eliminirt damit alle localen Erscheinungen aus den, die Materialqualität kennzeichnenden Zahlenwerthen und können wir uns um so mehr diesen Definitionen anschliessen, als sie theilweise auch unserer Rechnungsweise entsprechen. Es wäre sehr zu wünschen, dass in dieser Richtung je eher eine Einheit erzielt würde.

Unsern Beobachtungen gemäss gehört auch nach Ueberwindung des maximalen Cohaesionswiderstandes (der maximalen Tragkraft) zur völligen Trennung der Theile stets eine bestimmte Kraftwirkung, die Bruchkraft unserer Definitionen. Die vorhandene potentielle Energie der Maschine allein genügte zur Herbeiführung des Bruches von Eisen und Stahl nicht. Bekanntlich liefert die Werder'sche Maschine die eigentliche Bruchspannung (B) nicht, was wir beobachten ist die höchste, während eines Versuches auftretende Spannung (maximale Tragkraft T); sie wird als Bruchspannung $(T=B)$ in die weitere Rechnung eingeführt (vergl. Seite 21). Hier stehen wir mit Hartig auf gleichem Boden. Bezüglich der Bruchdehnung ist dies allerdings nicht der Fall. Um das Locale der Contractionsstelle zu eliminiren haben wir schon vor Jahren versucht die Dehnung im Momente des Beginns der Contraction festzustellen. Die Versuche waren nur theilweise von Erfolg und haben die Schwierigkeiten und Unsicherheiten in der Feststellung der zusammengehörigen Werthe der maximalen Tragkraft (T) und Dehnung (Δl) bei Verwendung der jetzt üblichen Festigkeits-Maschinen veranlasst an der Dehnung beim Bruch festzuhalten (siehe Seite 15). Damit ist allerdings das Locale der Sache mit in das Resultat verwoben; weil jedoch das schliessliche Urtheil auf die Dehnungsverhältnisse eines ursprünglichen 20 *cm* langen Versuchsstabes abgestellt wird, so kann die obwaltende Differenz practisch keinen nennenswerthen Einfluss üben.

Nach Ueberschreiten der grössten Tragkraft des Materials tritt bei Metallen an einer, durch Unhomogenität, locale Weichheit bedingten Stelle eine, mehr oder weniger erhebliche Einschnürung, eine Quercontraction des Versuchsstabes ein, bis plötzlich, oft unter starken Detonationen, die Trennung der Theile erfolgt. Die Intensität der Contraction

wechselt mit der Metallsorte; bei Eisen und Stahl ist dieselbe namentlich in der weichen und zähen Marke meist sehr stark ausgeprägt. Die Contractionserscheinungen selbst sind entweder auf ein relativ kurzes Stabstück beschränkt, oder erstrecken sich, wie Fig. 8 zeigt, auf ein längeres Stabstück; in letzterem Falle wächst das procentuale Maass der Dehnung mit wachsender Contraction, während in ersterem Falle sich oft Widersprüche zwischen Dehnung und Quercontraction ergeben. So kann bei gleicher Festigkeit ein bestimmtes Material bei grosser Contraction eine relativ geringe Dehnung und umgekehrt liefern und damit das Locale der ganzen Contractions-Erscheinung entsprechend zum Ausdrucke bringen. Um die Contractionserscheinung zu characterisiren, geben wir Fall für Fall die Bruch-Dehnungen des Stabes pro 10 und 20 *cm* ursprüngliche Stablänge, Bruchstelle eingeschlossen, sowie das Verhältniss dieser Dehnungen an; die Variation dieser Zahlen, vergleiche die Zusammenstellung der Resultate, lassen Abnormitäten leicht erkennen.

Fig. 8.



Bei umfassenden Qualitätsproben geht der Bestimmung des eigentlichen Dehnungsbeginns die Messung der Elasticitäts-Verhältnisse voraus. Wir benützen hiezu, wie bereits erwähnt, die Bauschinger'schen Messwerkzeuge, bestimmen mit diesen einerseits die Grenze der elastischen, den Belastungen proportionalen Dehnungen (Elasticitäts- oder Proportionalitätsgrenze) sowie anderseits das Maass der elastischen Dehnung pro Einheit der Belastung, respective die Grenz-Kraft und correspondirende Dehnung und berechnen daraus sowohl

den Elasticitätsmodul (*tn* pro cm^2) als auch

den Grenzmodul (*tn* pro cm^2, specif. Spannung an der Elasticitäts- oder Proportionalitäts-Grenze).

Zur näheren Orientirung und Einsichtnahme in den Gang der Untersuchungen lassen wir zwei Ausfertigungen, wie solche den Antragstellen von umfassenden oder reducirten Qualitätsproben mit Metallen zugestellt werden, hier folgen.

Umfassende Qualitätsprobe.

Prot. Nr. 1702.

Ursprüngl. Querschnitt		Dehnungen pro				Bemerkungen
d	F	l	$\frac{\Delta l}{1000}$ cm	l_0	Δl_0	
cm	cm²	cm		cm	cm	
2,19	3,77	14,99	0,00	10,0	0,0	**Rundstab** sign. A_1; Bronze dem Bodenstück eines 15 *cm* Positionsgeschützrohres entnommen.
			1,70			
			0,00			
Elasticitätsgrenze			1,73			
			0,93			
			0,95			Staboberfläche tadellos.
			0,95			Mittlere, elastische Dehnung pro 0,5 *tn*: $\Delta l = 0{,}001715$ *cm*.
			0,94			
		+	0,20			**Elasticitätsmodul** $\varepsilon = \frac{0{,}5\,.\,14{,}99}{3{,}77\,.\,0{,}001715} = 1159$ *tn* pro *cm*².
			5,41			
			0,95			**Grenzmodul** $\gamma = \frac{1{,}12}{3{,}77} = 0{,}298$ „ „ „
			0,93			**Spannung b. Streck-Beginn** $\varrho = \frac{5{,}50}{3{,}77} = 1{,}46$ „ „ „
			0,88			**Zugfestigkeit** $\beta = \frac{11{,}38}{3{,}77} = 3{,}02$ „ „ „
			0,94			**Deformationsarbeit** $A = 49{,}40$ *tn cm*.
		+	0,30			**Specif. Def.-Arbeit** $\alpha = \frac{A}{37{,}7} = 1{,}31$ „ „
			9,09			**Bruchdehnung** pro 10 *cm* $\lambda_1 = 52{,}0$ %.
2. Proportionalitätsgrenze.			1,02			**Bruchdehnung** pro 20 *cm* $\lambda_2 = 49{,}0$ %.
			1,28			**Verhältniss beider** $\psi = 1{,}06$.
Spiegel passirt das Gesichtsfeld.						
				10,0	0,0	$d_c = 1{,}78$ *cm*.
					0,0	
Beginn der Streckung					0,22	$F_c = 2{,}49$ *cm*².
					0,41	**Contraction** $\varphi = \frac{3{,}77-2{,}49}{3{,}77}.100 = 34{,}0$ %.
					0,62	**Bruchfläche** fast homogen, wenig porös, stark zackig,
					0,84	goldgelb glänzend.
					1,11	**Staboberfläche** stark deformirt, wellig-schuppig, fein an-
					1,40	rissig.
					1,77	
					2,20	
					2,72	d_c
					3,33	
					4,11	
...n Trennung d. Theile!						(Arbeitsdiagramm vergl. Fig. 11, Seite 34.)

Prot. Nr. 3901.

P	Ursprüngl. Querschnitt d	Ursprüngl. Querschnitt F	Δl_0 pro 10 *cm*	Bemerkungen
tn	*cm*	*cm*²	*cm*	
				Rundstab Nr. 24. Aus d. Kopfe einer im Betrieb gebroch. Flussstahl - Schiene kalt herausgearbeit. (2,01 — 2,01 — 2,02; 36,9)
0,00	2,01	3,17	0,0	**Lieferant:** Osnabruck.
2,00			0,0	**Eingelegt:** Mai 1875.
4,00			0,0	**Wegen Querbruch** ausrangirt im October 1875.
6,00			0,0	
8,00			0,0	**Staboberfläche** rein.
10,00			0,0	
12,00			0,0	Beginn der Streckung.
14,00			0,12	
15,00			0,20	
16,00			0,32	
17,00			0,48	
,50			0,50	
18,00			0,57	
,50			0,72	$d_c = 1,42$ *cm*
19,00			0,96	$F_c = 1,58$ *cm*²
,25			1,23	
19,50	**Bruch** nahe der Stabmitte.			

Spannung b. Streck-Beginn $\varrho = 4,10$ *tn* pro *cm*²
Zugfestigkeit $\beta = 6,15$ „ „ „
Deformationsarbeit $A = 45,5$ *tn cm*
Specif. Deform.-Arbeit $\alpha = 1,43$ „ „
Bruchdehnung pro 10 *cm* $\lambda_1 = 26$ %
„ „ 20 *cm* $\lambda_2 = 20,5$ %
Quercontraction $\varphi = 50,3$ %
Qualitätscoefficient $c = 1,26$
Bruchfläche fast homogen, matt, grau, centralstrahlig, fehlerfrei.
Staboberfläche vollkommen intact.

Prot. Nr. 3902.

P	Ursprüngl. Querschnitt d	Ursprüngl. Querschnitt F	Δl_0 pro 10 *cm*	Bemerkungen
tn	*cm*	*cm*²	*cm*	
				Rundstab Nr. 25. Aus dem Kopfe ein[...] im Betriebe gebro[...] Fluss - Stahl - Schie[...] kalt herausgearbe[...] (2,01 — 2,01 — 2,01; 37,0)
0,00	2,01	3,17	0,0	**Lieferant:** Osnabruck.
2,00			0,0	**Eingelegt:** Mai 1875.
4,00			0,0	**Wegen Querbruch** ausrangirt im Mai 1881.
6,00			0,0	
8,00			0,0	
10,00			0,0	
12,00			0,0	
13,00			0,0	Beginn der Streckung.
14,00			0,12	
15,00			0,14	
16,00			0,25	
17,00			0,35	
18,00			0,46	
,50			0,52	$d_c = 1,46$ *cm*
19,00			0,65	$F_c = 1,67$ *cm*²
,50			0,83	
,75			1,02	
20,00			1,26	
20,12	**Bruch** nahe der Stabmitte.			

Spannung b. Streck-Beginn $\varrho = 4,26$ *tn* pro *cm*²
Zugfestigkeit $\beta = 6,34$ „ „ „
Deformationsarbeit $A = 46,6$ *tn cm*
Specif. Deform.-Arbeit $\alpha = 1,47$ „ „
Bruchdehnung pro 10 *cm* $\lambda_1 = 24,5$ %
„ „ 20 *cm* $\lambda_2 = 20,0$ %
Quercontraction $\varphi = 47,3$ %
Qualitätscoefficient $c = 1,27$
Bruchfläche zeigt einen centralen, matten Kern, das Umliegende ist krystallinisch, ziemlich feinkörnig, schwach glänzend.
Staboberfläche vollkommen intact.

d. Von den Qualitätsbestimmungen zäher Constructions-Metalle insbesondere des Eisens.

Bis auf die neueste Zeit suchte man den Sicherheitsgrad einer Eisenconstruction durch möglichst hoch geschraubte Forderungen der Bruchfestigkeit des Materials zu erhöhen. Häufig entbehrten die Submissionsbedingungen bei Lieferung von Constructionsmaterial zu Maschinen, Brücken, Eisenbahn- und Hochbauzwecken bestimmte Vorschriften hinsichtlich der mit der gewünschten Festigkeit zu verbindenden Zähigkeit, und wo Bestimmungen in dieser Richtung angesetzt waren, sind dieselben meist roher Natur, manchen Zufälligkeiten preisgegeben oder so schwer zu controliren, dass ihr practischer Werth mindestens zweifelhaft erscheint.

Die ältern Bedingnisshefte für Einlieferungen enthielten Qualitätsvorschriften, welche, abgesehen von manchen speciellen Zwecken dienenden, rein mechanischen, heute noch keineswegs einheitlich organisirten Schlag-, Biege- oder Schweissproben, in schönen Phrasen und der Feststellung möglichst hoher Zugfestigkeiten culminirten. Solchen Vorschriften lag stillschweigend die Annahme zu Grunde, die erforderliche, respective die wünschbare Zähigkeit werde als Eigenschaft des Materials in allen Fällen mitgeliefert.

Ueber den Werth solcher Vorschriften kann kein Zweifel bestehen, seitdem das Holzkohleneisen wenigstens für den Massenconsum nur mehr historische Bedeutung besitzt und strengere, exactere Qualitätsproben an Maschinen, Brücken und Eisenbahnmaterialien ausgeführt wurden; wir constatiren, dass man in richtiger Erkenntniss der Unzulänglichkeit der älteren Qualitätsansätze neuester Zeit mit förmlicher Hast das Hergebrachte zu beseitigen und durch die, den modernen Anschauungen entsprechenden Vorschriften zu ersetzen bestrebt ist. Dass dabei manches Nützliche eingeflochten, manches sicherlich Werthvolle aus ungenügender Sachkenntniss, oder aus Gründen mehr oder weniger berechtigten Misstrauens aus den Submissionsbedingungen hinausgefallen, kann nicht befremden, obschon gerade das unserer Ansicht gemäss etwas übereilte, in mancher Hinsicht einseitige Verfahren jene lebhafte Agitation anfachte, die die bezüglichen Verhandlungen unserer Tage kennzeichnet.

Abstrahiren wir vorläufig von den älteren Schlag- und Kalt- oder Warmbiegeproben und der Feststellung der für die Materialqualität nicht characteristischen absoluten Grenz- und

Zugfestigkeit, so bleiben die beiden jetzt üblichen Qualitätsbestimmungsmethoden, nämlich

1) Festsetzung der minima Contraction oder
2) „ „ „ Dehnung beim

oder nach Bruch näher zu beleuchten übrig.

Der erste Standpunkt war bisher durch den Verband deutscher Architecten- und Ingenieur-Vereine und durch den Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen vertreten. In neuester Zeit hat die mit der Bearbeitung der Normalbestimmungen für Lieferung von Eisenconstructionen betraute Commission des sächsischen Ingenieur- und Architecten-Vereins (HH. Centner, Ehrhardt, Fränkel und Fritzsche) dem Verbande deutscher Ingenieur- und Architecten-Vereine die Qualitätsbestimmung nach dem, zuerst von uns benützten Princip des *Arbeitsvermögens* zur Annahme empfohlen. Der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen acceptirte den sog. Wöhler'schen Qualitätscoefficienten, bestehend aus:

$$n = \text{Bruch in Kilo pro } mm^2 + \text{Contraction in } \%$$

und fordert, dass bei Submissionen unter Zugrundelegung von bestimmten, für die unterschiedlichen Zwecke verschieden gewählten, minimalen Ansätzen von Zugfestigkeit und Contraction, der Ausweis geliefert werde, dass die Summe der aus dem Versuch hervorgegangenen Grössen (absolute Festigkeit und Contraction) mindestens eine Zahl n erreicht, die grösser als die Summe der normirten Minima von Festigkeit und Contraction sei.

Zweck dieser Zusatzbestimmung war die Einschränkung des Spielraums bei Ausführung einer Lieferung, indem dadurch Qualitäten in Nähe der gleichzeitigen Minima beider Grössen ausgeschlossen wurden.

Den zweiten Standpunkt nehmen die deutschen Producenten ein, obschon in ihren Classifications-Vorschlägen die Berechtigung der Contraction zugestanden wird; die Ansätze lauten meist auf

minima Zugfestigkeit, minima Contraction oder
minima Dehnung.

Den Werth dieser Standpunkte einigermassen zu beleuchten, sei Zweck folgender Zeilen.

Was zunächst die von Kirkaldy und Wöhler aufgebrachte und vertretene Contraction, d. h. die Abminderung des ursprünglichen Stabquerschnittes an der Bruchstelle, als

Zähigkeitsmesser betrifft, so kann in voller Uebereinstimmung mit Wöhler's wiederholt auch als Argument gegen unsere Auffassung der Frage der Qualitätsbestimmung geltend gemachten Anschauungen als feststehend angesehen werden, dass durch Contraction die Zähigkeit des Materials zum Ausdruck gebracht werde. Auch theilen wir Wöhler's Ansicht, es werde die Zähigkeit nur an der Zerreissungs-Stelle erschöpft und könne daher nur dort gemessen werden, obschon vom Standpunkte des Constructeurs das Maass Zähigkeit, welches das Material nach Ueberwindung seiner maximalen Tragkraft, nach Aufbrauch seines bis an dieser Grenze disponiblen Arbeitsvermögens noch besitzt, gleichgültig sein kann. Von diesem Gesichtspunkte suchten wir schon vor Jahren das Locale der Sache, namentlich die nach Localisirung der Bruchstelle auftretende und sicherlich auch nur diese local arbeitende Stelle characterisirende Dehnung auch aus unsern Arbeitsdiagrammen zu eliminiren, wie sie neuerdings durch Hrn. Ingr. Jenny u. Hartig in Anregung gebracht wurde. Es sei gestattet vorgreifend hier schon anzuführen, dass die Abweichung von diesem Standpunkte durch zwei Umstände geboten schien. Einmal musste uns daran liegen, eine unter allen Umständen leicht und unabhängig von speciellen maschinellen Einrichtungen durchführbare Methode zu schaffen, wodurch sie allein mit Hoffnung auf einigen Erfolg ernstlich in den Kampf mit den bestehenden so eminent praktischen Verfahren treten konnte. Es darf hier nicht aus dem Auge gelassen werden, dass in der ganzen Frage der Qualitätsbestimmungen zäher Constructions-Materialien es sich keineswegs um Methoden für physikalische Laboratorien, sondern um solche für den praktischen Alltagsgebrauch handelt, die jeder technisch gebildete Ingenieur, sei es nun Producent oder Uebernahmscommissär an Ort und Stelle sofort und mit den disponiblen Vorrichtungen auszuführen im Stande sei. Dieser Umstand war in erster Linie massgebend dafür, dass wir das Maass der Dehnung nach Bruch in den Rahmen unserer Rechnungen aufgenommen haben. Ueberdies schien wichtig, das Maass der Arbeit kennen zu lernen, welches ein Probestab bedarf, um effective Trennung der Theile zu erzeugen. Würde man den Arbeitsaufwand bis zur Erreichung des maximalen Cohäsionswiderstandes der Rechnung zu Grunde legen, so würde an dem Princip unseres Verfahrens nichts, wohl aber an den angenommenen Zahlenwerthen geändert werden.

Auch nach Kenntnissnahme der neuesten Brauns'schen Versuche, auf die wir später zurückkehren, sind wir der Ansicht,

dass Contraction der Bruchstelle die Zähigkeit — aber auch nur die locale Zähigkeit des Materials zum Ausdruck bringt, allein als Qualitätsmesser für das Material überhaupt kann sie nur bei vollkommen homogenem, fehlerfreiem Constructionsmaterial (vergl. unten die Resultate unserer Bronce-Versuche) dienen, welches herzustellen zur Zeit blos auf dem Papiere gelungen ist. Jede durch Unhomogenität des Materials bedingte locale Weichheit ändert im selben Verhältnisse die Grösse des eigentlichen Durchschnittswerthes der Contraction, als sie durch fast unvermeidliche Materialfehler nachtheilig beeinflusst wird, ohne dadurch das Arbeitsvermögen des Materials in dem Maasse zu beeinträchtigen, dass daraus eine berechtigte Schlussfolgerung auf die Unbrauchbarkeit des Fabricats resultiren könnte. Es ist ein weiteres Verdienst Bauschinger's in diese Sache Licht gebracht zu haben. Bauschinger verglich die seiner Zeit zur Gewinnung der Grundlage für eine Classification von Eisen und Stahl eingelieferten 893 Normalstäbe bezüglich des Einflusses gewisser Materialfehler auf Festigkeit und Contraction und gelangt zu folgenden, in Nürnberg zur Ausstellung gebrachten, in der Generalversammlung des Vereins deutscher Hüttenleute (Januar 1883) durch Herrn Director Brauns vorgelegten Resultaten:

„Die am häufigsten vorkommenden Fehler sind die sogen. Gussblasen und die oft nur sehr kleinen „porösen Stellen". Die drei ersten Abtheilungen A, B, C des Tableaus zeigen, wie gross der Unterschied des Einflusses dieser beiden Fehlerarten auf Festigkeit und Zähigkeit (Querschnitts-Contraction) des Materials ist. In der ersten Abtheilung, A, die drei ersten Reihen umfassend, sind Bruchflächen mit Gussblasen den fehlerlosen aus dem gleichen Betriebsstück gegenüber gestellt. Man sieht, dass die Gussblasen, selbst wenn sie eine so bedeutende Grösse erreichen, wie beim letzten Stück der 3. Reihe, die Festigkeit fast gar nicht beeinträchtigen. Die Contraction des Querschnittes leidet bei grösseren Gussblasen, oder wenn dieselben nahe am Rande sitzen, bedeutender, bei kleineren fast gar nicht, besonders wenn sie in der Mitte sitzen; aber auch in jenen äussersten Fällen wird die Contraction selten so weit herabgedrückt, dass die bekannten Lieferungsbedingungen oder Qualitätsvorschriften nicht mehr erfüllt wurden.

Wesentlich anders stellt sich der Einfluss der „porösen Stellen" heraus (s. Abtheilung B in der 4. und in der oberen Hälfte der 5. Reihe), welche, wie ich glaube, von ungenügender Mischung des Materials herrühren. Zwar auf die Festigkeit ist ihr Einfluss immerhin auch nur gering, aber die Contraction drücken sie so bedeutend herab, dass infolge davon die Probestäbe in der Regel weit unter den Qualitätsvorschriften bleiben, besonders wenn diese porösen Stellen, seien sie dann auch noch so klein, am

Rande der Bruchfläche liegen. Manchmal scheinen solche kleine, am Rande liegende Fehler allerdings auch von fehlerhafter Bearbeitung des Probestabes herzurühren, von kleinen Riefen beim Abdrehen, die besonders beim harten Material sehr schädlich sind. . . . .

Weniger häufig als die bisher besprochenen Fehler „sind sehnige Stellen", die meistens am Rande, hie und da aber auch in der Mitte vorkommen (s. Abtheilung F in der unteren Hälfte der 12. und in der 13. Reihe). Sie verringern die Festigkeit fast nicht, die Contraction aber meistens stark. . . . .

Aus dem an der Hand obiger Erläuterungen angestellten Studium der beiden Tableaux, besonders des zweiten, geht zunächst hervor, dass die von Wöhler eingeführte Methode der Materialprüfung durch Ermittelung der Zugfestigkeit und der Bruchquerschnitts-Contraction ausserordentlich streng ist und zwar besonders infolge der Hereinbeziehung der letzteren als Maass für die Zähigkeit. Infolge der gleichen Anstrengung aller gleich grossen Querschnitte eines gezogenen Stabes wird der Bruch sicher allemal an der Stelle stattfinden, wo die Festigkeit durch einen, wenn auch noch so kleinen Fehler geschwächt ist, und dieser Fehler übt dann nicht bloss auf die Festigkeit, sondern vielmehr noch auf die Querschnitts-Contraction einen nachtheiligen Einfluss aus, zumal wenn er eine poröse Stelle ist und dazu noch gerade am Rande liegt.

Nun scheint es auf der einen Seite sehr schwer zu sein, Eisenbahnbetriebsstücke ganz fehlerlos herzustellen, wie die oben nachgewiesene Häufigkeit der Fehler zeigen dürfte (63,3 % der Versuchsstäbe waren mehr oder weniger fehlerhaft); auf der andern Seite kann aber auch nicht geleugnet werden, dass so kleine Fehler, wie viele der sogen. porösen Stellen und die meisten Gussblasen, so schädlich sie in dem kleinen Querschnitt des Versuchsstabes wirken mögen, in dem grossen Querschnitt des ganzen Betriebsstückes kaum einen Nachtheil haben können, wenn sie nur nicht zu häufig auftreten. Desshalb musste den zunächst Betheiligten, den Producenten, die Wöhler'sche Prüfungsmethode als gar zu rigoros erscheinen, wie sie denn in der That in der Hand eines weniger erfahrenen und pedantischen Abnehmers zu unerträglichen Plackereien für den Fabrikanten führen kann. Dagegen ist hervorzuheben, dass gerade das grösste Verdienst der Wöhler'schen Prüfungsmethode in der Herbeiziehung der Zähigkeit des Materials zur Beurtheilung der Qualität desselben liegt und dass es hauptsächlich ihr zu verdanken ist, dass wir heute fast mehr Nachdruck auf die Forderung grösserer Weichheit oder Zähigkeit der Eisenbahn-Betriebsstücke legen, als auf grosse Festigkeit. Auch ist nicht zu verkennen, dass die strenge und namentlich zur Entdeckung der Fehler so geeignete Methode zu sorgfältigerer Fabrication angespornt hat, zur Aufsuchung von Verfahren zur Vermeidung von Gussblasen, porösen Stellen u. dergl."

In voller Uebereinstimmung mit Bauschinger's Resul-

taten stehen unsere bisher gesammelten Erfahrungen; während einerseits Festigkeit und Dehnung nur in relativ geringem Maasse durch Blasen oder mehr weniger centrale poröse, ich nenne sie „schwammige Stellen", nachtheilig beeinflusst werden, wird Contraction wesentlich abgemindert; anderseits erhöht sich ihr Werth unverhältnissmässig gegenüber der Dehnung, wenn der Versuchstab localweichere Stellen besitzt. Die Summe dieser Erscheinungen ist es, die uns zur Behauptung führt, dass Contraction etwas ganz Locales und der Ausdruck ist der durch Unhomogenität bedingten Weichheit des Materials, die somit nicht mit der wünschbaren Zuverlässigkeit und Correctheit als Zähigkeitsmesser des Erzeugnisses überhaupt gelten kann.

Anders verhält sich die Sache hinsichtlich der Dehnung. Sie ist gleich der Festigkeit im allgemeinen weniger, ganz besonders bei den weichern, zähern, also gerade werthvollen Constructionsmaterialien wesentlich weniger empfindlich gegen kleinere Materialfehler, als die Contraction und besitzt den grossen Vortheil, die Gleichmässigkeit des Fabricats zum Ausdrucke zu bringen. Ihre Grösse hängt lediglich vom Zähigkeits- resp. Sprödigkeitsgrade des Materials ab. Aus den zahlreichen Versuchen Wöhler's, Bauschinger's, Styffe's, Aeckermann's, sowie aus eigenen Erfahrungen, geht unzweifelhaft hervor, dass mit wachsender Zähigkeit die Festigkeit abnimmt, die Dehnung und Quercontraction wächst. Ohne Dehnung keine Quercontraction; wäre das kohlenstoffhaltige Constructionsmaterial vollkommen homogen, so würde wie bei der Bronze, vgl. Seite 36, eine gleichmässige Quercontraction des ganzen Versuchstabes eintreten und die Bruchstelle könnte im ungünstigsten Falle nur um wenige Procente mehr Abnahme des ursprünglichen Querschnitts zeigen, als alle übrigen Stabquerschnitte. Neben der leichteren und sichern Bestimmungsfähigkeit hat die Dehnung der Contraction gegenüber noch den grossen Vortheil, der Arbeitscapacität des Materials bis zu einem bestimmten Grade proportional zu sein.

Dem unantastbaren, gesetzmässigen Abhängigkeitsverhältniss der absoluten Festigkeit und Dehnung, wonach mit wachsender Festigkeit die Dehnung abnimmt, widerspricht das in Nachlebung des uralten Usus von Seiten der deutschen Eisenhüttenleute adoptirte Verfahren der Garantieleistung durch constante, minimale Dehnungen. Es liegt ein innerer Widerspruch in dem Verfahren für verschiedene Kohlungsgrade des Eisens die gleiche Dehnung anzusetzen und möchte die Wöhler'sche Zusatzbestimmung, durch welche Materialien mit gleichzeitig minimalen Zugfestigkeiten und Contractionen ausgeschlossen werden, der Ueber-

zeugung entsprungen sein, dass mit Abnahme der Festigkeit Dehnung und Contraction selbstredend im Grossen und Ganzen wachsen, somit die Qualitätsgrenzen für Dehnung oder Contraction, nicht parallel der Abscissenaxe, begrenzt sein können.

Völlig anders gestaltet sich die Sachlage, wenn man bei Beurtheilung der Qualität eines Constructionsmaterials von seiner Arbeitscapacität ausgeht.

Es liegt in der Natur der Sache, dass bei einer bestimmten Materialsorte (z. B. Schweissschmiedeisen) diejenige Species die grösste Bruchsicherheit (bei dynamischen Belastungen, wiederholten Anstrengungen, Stössen etc.) gewähren wird, welche die grössere Zähigkeit besitzt. Zähigkeit lässt sich zahlenmässig, wie wir bereits sahen, schwer correct ausdrücken. So viel ist indessen sicher, dass der zum Bruche erforderliche Arbeitsaufwand mit dem Zähigkeitsgrade des Materials sich nahezu proportional verändert. Soll durch Schlag oder allmälige Belastung Bruch erfolgen, so muss die Arbeitscapacität des Materials, also sein Widerstandsvermögen, bedingt durch Festigkeit und Zähigkeit, überwunden werden; dabei ist die fragliche Arbeitscapacität durch Ausmaass eines Diagramms erhältlich, welches aus den beobachteten Belastungen und Dehnungen in der Art gebildet wird, dass man zu den Längenänderungen als Abscissen, die correspondirenden Belastungen als Ordinaten aufträgt und die so gefundenen Punkte durch einen continuirlichen Linienzug verbindet. Zweckmässig construirte Festigkeits-Maschinen zeichnen das Arbeitsdiagramm automatisch und sparen die nicht mühelose Aufnahme der Diagrammelemente.

Der Inhalt des Diagramms stellt den Werth des Ausdruckes

$$A = \int P \, . \, ds,$$

worin:

P die Kraft,
ds das Wegelement des Angriffspunktes

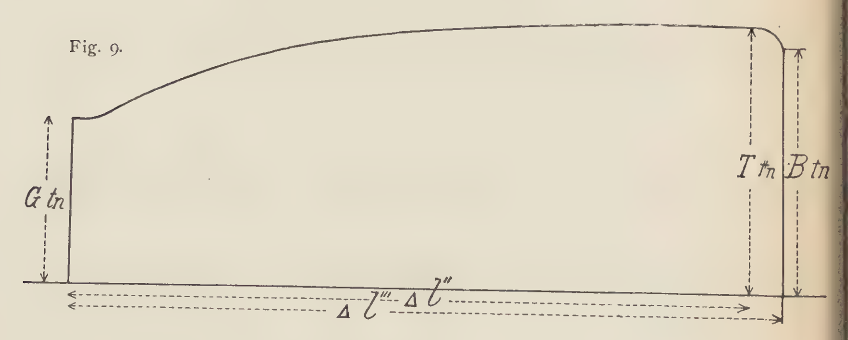
bedeutet. Denkt man das eine Stabende (Marke) festgehalten, am andern Ende (Marke) den Angriffspunkt der Kraft gelegen, so wird bei successiver bis zum Bruch des Stabes gesteigerter Belastung eine Arbeit A gleich dem Inhalte des Diagramms verrichtet, die in erster Linie zur Erzeugung der Deformationen des Probekörpers aufgebraucht wird. Welcher Theil dieser

Arbeit innerhalb der Elasticitätsgrenze, welcher jenseits derselben, welcher auf Wärmeentwicklung, magnetische Zustandsänderungen etc. etc. entfällt, ist für die schwebende Frage völlig gleichgültig und liegt der Grund für Trennung dieser Effecte von der gesammten Deformationsarbeit umsoweniger vor, als beim Bruch einer Construction durch allmählig gesteigerte Belastungen oder plötzliche Kraftwirkungen ähnliche Erscheinungen auftreten müssen. Im Uebrigen wäre die Einführung von Correcturen wegen molekularen Zustandsänderungen, angesichts der übrigen Unsicherheiten, die die Natur der Sache mit sich bringt, wahrscheinlich einer Messung von Secunden mittelst Schwarzwälder Uhr gleichwerthig.

Fig. 9 stellt ein mittelst Pohlmeyer's Maschine selbstthätig aufgenommenes Arbeitsdiagramm dar; es bezieht sich auf einen Stab

von der Länge = 25 *cm*,
vom Querschnitt 4,90 cm^2.

Fig. 9.



Bezeichnet nun:

$\Delta l'$ die Dehnung an der Elasticitätsgrenze,
G die Grenzkraft,
T die max. Tragkraft des Stabes,
$\Delta l''$ die correspondirende Dehnung;
ferner B die Bruchkraft,
$\Delta l'''$ die Dehnung nach Bruch;

dann wird der Arbeitsaufwand bei Streckung des Stabes bis an seine Elasticitätsgrenze

$$A' = \frac{1}{2} G \Delta l',$$

bei Dehnung bis zur max. Tragkraft

$$A'' = \eta T \,.\, (\Delta l'' - \Delta l') \text{ betragen, wobei:}$$

$$\eta T > \frac{T + G}{2} \text{ also } \eta > \frac{1}{2} + \frac{G}{2T} \text{ ist,}$$

da jenseits der Elasticitätsgrenze die Dehnungen in grösseren Proportionen wachsen, als die Kraftüberschüsse über der Grenzkraft.

Tritt nach Ueberwindung der max. Tragkraft eine locale Contraction des Stabes auf, so wird schliesslich Bruch durch B, durch einen relativ kleinen Theil der Tragkraft T erzeugt. Immerhin wird dabei ein Arbeitsaufwand im Betrage von:

$$A''' = \zeta T \,.\, (\Delta l''' - \Delta l'')$$

nöthig, wobei aus ähnlichen Gründen, wie vorher:

$$T > \frac{T + B}{2} \text{ oder } \zeta > \frac{1}{2} + \frac{B}{2T}.$$

Für zähe Materialien wäre somit der zur vorwiegenden Trennung der Theile erforderliche Arbeitsaufwand

$$A_1 = A' + A'' + A'''$$

oder

$$A_1 = \frac{1}{2} G \Delta l' + T \left[\eta (\Delta l'' - \Delta\Delta l') + \zeta (\Delta l''' - \Delta l'')\right]$$

In diesem Ausdrucke ist die elastische Längenänderung $\Delta l'$ gegenüber der bleibenden Dehnung verschwindend, kann also $= 0$ gesetzt werden, und es reducirt sich vorstehende Gleichung auf:

$$A_1 = A'' + A''' = T [\eta \, \Delta l'' + \zeta (\Delta l''' - \Delta l'')].$$

Die Erfahrung lehrt, dass die Dehnungen $\Delta l''$ resp. $\Delta l'''$ von der Form und den gewählten Abmessungen der Versuchsstücke abhängig ist; zur Vergleichung der Qualitäten verschiedener Eisensorten hat man daher den Versuchsstücken unbedingt gleiche Form und Dimensionen zu ertheilen.

Unter Voraussetzung einheitlicher Versuchsstücke können nun auf experimentellem Wege A_1, T und die Dehnungen bestimmt und auf Grund der Resultate zweier Versuche gleicher Art die unbekannten Coefficienten η und ζ ermittelt werden.

Für gewöhnliche Bedürfnisse der Praxis wird man $\Delta l'' = \Delta l''' = \Delta l$ der Bruchdehnung des Normalstabes und $T = B$ setzen dürfen und den s. g. „Völligkeits-Coefficienten“ η durch Versuche fest zu stellen haben.

Für zähe Constructionsmaterialien ist die Arbeitscapacität eines allmälig bis zum Bruch gespannten Versuchsstabes von

F cm^2 Querschnitt

l cm Länge näherungsweise durch

$A = \eta \,.\, B \,.\, \varDelta l$ ausgedrückt. Mithin wäre die specifische Arbeitscapacität pro Volumeneinheit

$$\alpha = \eta \,.\, \frac{B \varDelta l}{F\, l} = \eta \,.\, \beta \,.\, \lambda \text{ (in } tn \text{ und } cm\text{)}$$

oder nach Dr. Hartig, diejenige pro Gewichtseinheit

$$\alpha' = \eta \,.\, \frac{B \varDelta l}{F\, l \,.\, \gamma} = \eta' \,.\, \beta \,.\, \lambda \text{ (in } tn \text{ und } cm\text{)}$$

sofern γ das specifische Gewicht des Versuchsmaterials bezeichnet. Der Zeit liegen bloss bezüglich der Grösse des Völligkeitscoefficienten η Versuchsresultate vor, wesshalb wir uns im Folgenden ausschliesslich mit der Arbeitscapacität des Materials bezogen auf die Volumeneinheit befassen werden.

Der Ausdruck:

$$A = \eta\, B \varDelta l$$

liefert, wie bereits oben angeführt, Näherungswerthe für die Arbeitscapacität des Materials, die der Wirklichkeit desto näher fallen, je geringer der Arbeitsaufwand während der Contraction gewesen ist. Hinsichtlich des Coefficienten η ist anzuführen, dass dieser für die verschiedenen Constructions- und Eisenbahnmaterialien voraussichtlich nur wenig schwankt; sein Werth hängt lediglich mit der chemischen Zusammensetzung und der mechanischen Behandlung des Materials während seiner Fabrication zusammen, ist also unter sonst gleichen Verhältnissen verschieden bei homogenen und packetirten Materialien, verschieden bei solchen, die bei hoher oder relativ niedriger Temperatur erzeugt, geschmiedet oder gewalzt wurden.

Im Grossen und Ganzen ist jedoch η für die gleiche Materialgattung als **constant** anzusehen. Damit wäre, den Nachweis dieser Constanz vorbehalten, dargethan, dass das Arbeitsvermögen einer Eisen- oder Stahl-Gattung einfach dem Producte aus Bruchkraft (max. Tragkraft) in Dehnung beim Bruch proportional ist.

Wir lassen nun auszugsweise die Zusammenstellung einiger Versuche, nämlich:

1. mit Stahlschienen,
2. mit Rundeisen (Nietmaterial),
3. mit Winkeleisen (Brückenmaterial)

in der Absicht folgen, um daran die Constanz von η und die Beziehungen des Arbeitsvermögens des Materials zur Contraction klar zu legen. Die Versuche mit Kanonenbronze vgl. S. 31 und Stahlschienen sind an Rundstäben von 3,7 cm^2, das Rundeisennietmaterial an Stäben von 2,1 bis 2,4 cm^2, die Winkeleisen an Versuchsstäben von 1,9 bis 2,2 cm^2 Querschnittfläche ausgeführt worden. Dabei betrug die beobachtete, ursprüngliche Stablänge durchwegs 10 *cm*; die Abweichung von der jetzt üblichen Stablänge von 20 *cm* war durch die Länge des uns zur Prüfung eingesandten Materials bedingt.

In folgenden Zusammenstellungen bezeichnet:

ε in t pro cm^2 den Elasticitätsmodul,

γ „ „ „ „ „ Grenzmodul,

β „ „ „ „ die Zugfestigkeit.

λ den Dehnungscoefficienten = der relativen Längenänderung, bezogen auf 10 *cm* ursprüngliche Stablänge; demnach ist:

$10\ \lambda = \Delta l$, die absolute Dehnung nach Bruch,

$100\ \lambda = \lambda_1$ durch Dehnung in % „ „

φ der Contractionscoefficient = dem Verhältniss der Querschnittsabminderung zur ursprünglichen Querschnittfläche an der Bruchstelle. Es ist also:

$100\ \varphi = \varphi_1$ die Contraction in %;

α der specif. Arbeitscoefficient (Arbeit pro Volumeneinheit).

$\beta_1 + \varphi_1$ ist der Wöhler'sche Qualitätscoefficient, also die Summe aus Bruchmodul in Kilo pro mm^2 und Contraction in %.

Resultate einiger Zerreissungsproben.

Flussstahl-Schienen.

Prot.-Nr.		βt	φ	λ	α	$\frac{\alpha}{\varphi}$	η
1316	Gute Hoffn.-Hütte	6,90	0,06	0,07	0,66	1,10	0,81
1317	Bochum	4,61	0,57	0,38	1,41	2,47	0,93
1390	Gute Hoffn.-Hütte	6,80	0,10	0,14	0,88	8,35	0,89
1391	Osnabrück	6,55	0,42	0,24	1,43	3,40	0,92
1392	Phönix	5,70	0,40	0,26	1,37	3,43	0,91
1393	Phönix	5,70	0,32	0,25	1.29	4,03	0,91
1398	Hösch	5,27	0,41	0,30	1,44	3,51	0,91
1399	Hösch	5,10	0,45	0,26	1,22	2,71	0,92
1400	Hösch	5,75	0,19	0,23	1,19	6,26	0,90
1401	Hösch	5,75	0,30	0,26	1,34	4,46	0,90
1402	Gute Hoffn.-Hütte	6,40	0,38	0,26	1,56	4,11	0,93
1724	Gute Hoffn.-Hütte	5,40	0,31	0,27	1,32	4,26	0,91
1725	Gute Hoffn.-Hütte	5,10	0,33	0,24	1,11	3,33	0,90
					Im Mittel:		0,903
					Maximum:		0,93
					Minimum:		0,81

Rundeisen (Nietmaterial).

Prot.-Nr.	εt	λt	βt	λ	φ	α	$\frac{\alpha}{\varphi}$	$\frac{\alpha}{\varphi_1 + \beta_1}$	$\frac{\alpha}{\beta \lambda}$	*Bemerkungen*
1229	2070	1,56	4,06	0,27	0,54	1,00	1,85	0,0105	0,91	Feinsehne
1230	2150	1,53	—	—	—	—	—	—	—	„
1231	—	—	3,78	0,23	0,54					„
1232	—	—	3,55	0,27	0,54					„
1234	—	—	3,82	0,27	0,48	0,82	1,92	0,0165	0,89	„
1235	—	—	3,68	0,26	0,49	0,84	1,72	0,0098	0,88	„
1236	—	—	3,40	0,24	0,37					mittelgrob, ungz.
1302	—	—	3,75	—	0,22	—	—	—	—	
1303	2070	1,54	3,85	0,21	0,27	—	—	—	—	abnorm, Bruch
1304	2090	1,51	3,80	0,28	0,43	0,94	2,19	0,0116	0,88	Feinsehne
1305	2100	1,52	3,51	0,25	0,50	0,76	1,52	0,0089	0,86	„
1306	2060	1,51	3,50	—	—					„ , unganz
1531	—	—	3,84	0,21	0,45	0,74	1,65	0,0089	0,92	normal
1532	—	—	4,14	0,21	0,29	0,80	2,76	0,0113	0,92	kurzsehnig
1533	—	—	4,11	0,26	0,43	0,96	2,22	0,0114	0,90	normal
1534	—	—	3,62	0,25	0,45	0,81	0,80	0,0098	0,90	„
1535	—	—	4,06	0,26	0,50	0,96	1,92	0,0106	0,91	„
1536	—	—	3,90	—	—	—	—	—	—	abnorm. Bruch
1537	—	—	3,89	0,25	0,41	0,87	2,12	0,0109	0,90	Feinsehne
1538	—	—	3,94	0,26	0,49	0,92	1,88	0,0104	0,90	
1786	—	—	3,93	0,17	0,39	0,61	1,56	0,0078	0,91	theilw. körnig
1787	—	—	3,62	0,17	0,29	—	—	—	—	unganz
1788	2126	1,23	3,68	0,21	0,49	0,69	1,41	0,0079	0,89	Feinsehne
1789	—	—	3,45	0,20	0,28	—	—	—	—	ung., theilw. körn.
1790	2130	1,29	3,70	0,24	0,48	0,83	1,73	—	0,93	Normalsehne
1791	2113	1,23	4,05	0,12	0,31	—	—	—	—	kurz, porös
1826	—	—	3,53	—	—	—	—	—	—	abn. Bruch
1827	—	—	4,00	0,19	0,39	0,695	1,78	0,0088	0,91	Feinsehne
1828	—	—	4,06	0,22	0,44	0,79	1,79	0,0093	0,89	„
1829	—	—	4,00	0,25	0,42	0,89	2,12	0,0108	0,89	„
1830	—	—	3,35	0,23	0,43	0,675	1,57	0,0088	0,88	schwammig
1831	—	—	4,11	0,24	0,46	0,89	1,94	0,0102	0,90	feinsehnig
1879*	—	—	3,72	0,24	0,53					„
1880*	—	—	3,30	0,24	0,52	0,70	1,34	0,0082	0,89	„
1881*	—	—	3,62	0,12	0,46	0,37			0,86	lokal, weich!
1882*	—	—	3,26	0,16	0,49	0,47	0,96	0,0058	0,90	„ „
1883*	—	—	3,40	0,15	0,38	0,44	1,57	0,0061	0,86	Sehne, schwamm.
1884*	—	—	3,44	0,19	0,50	0,58	1,16	0,0069	0,89	„ lokal, weich „

Im Mittel:	0,894
Maximum:	0,93
Minimum:	0,86

Winkeleisen.

Nr.	ε	γ	β	λ	φ	α	$\frac{\alpha}{\varphi}$	$\frac{\alpha}{\varphi_1+\beta_1}$	η	*Bemerkungen*
1156	2030	1,42	3,63	0,17	0,21	0,52	2,48	0,0091	0,87	normal
1157	2020	1,67	3,75	0,18	0,20	0,60	3,00	0,0108	0,91	"
1238	2000	1,63	3,66	0,16	0,16	0,48	3,00	0,0091	0,85	"
1245	2110	1,63	3,82	0,17	0,19	0,60	3,15	0,0105	0,92	"
1585*	—	—	3,59	0,11	0,17	0,39	2,30	0,0074	0,90	kurzsehnig
1586*	—	—	3,47	0,11	0,15	0,33	2,20	0,0066	0,90	"
1587*	—	—	3,68	0,14	0,14	0,46	3,28	0,0091	0,91	"
1590*	—	—	3,68	0,10	0,12	0,34	2,83	0,0070	0,92	kurz, theilw. körn.
1600*	—	—	3,50	0,14	0,18	0,44	2,44	0,0083	0,90	kurzsehnig
1603*	—	—	3,07	0,04	0,09	0,11	—	—	0,90	unganz
1604*	—	—	3,74	0,008	0,005	0,04	—	—	—	krystallkörnig
1611*	—	—	3,45	0,09	0,11	0,29	2,55	0,0062	0,91	normalsehnig
1612*	—	—	4,00	0,19	0,18	0,67	3,72	0,0116	0,92	normal
1613*	—	—	3,48	0,09	0,15	0,28	1,86	0,0056	0,90	kurzsehnig
1866*	—	—	3,81	0,09	0,15	0,30	2,00	0,0086	0,87	grobsehnig
1867*	—	—	3,80	0,16	0,21	0,54	2,57	0,0092	0,92	sehn., thlw. körn.
1868*	—	—	3,83	0,11	0,13	0,37	2,85	0,0072	0,91	" " "
1869*	—	—	3,90	0,13	0,17	0,48	2,83	0,0086	0,94	sehnig
1870*	—	—	3,66	0,11	0,16	0,39	2,44	0,0074	0,92	"
1871*	—	—	3,18	0,03	0,10	0,08	—	—	0,90	unganz
1872*	—	—	3,28	0,02	0,08	0,07	—	—	0,92	"
1873*	—	—	3,45	0,06	0,08	0,21	2,63	0,0050	0,94	kurzsehnig
1879	—	—	3,66	0,15	0,17	0,50	2,95	0,0094	0,91	normalsehnig
1900	—	—	3.44	0,11	0,17	0,33	1,94	0,0065	0,85	kurzsehnig
1903	—	—	3,66	—	—	—	—	—	—	Bruch am Kopf
1906	—	—	3,68	0,21	0,21	0,68	3,24	0,0118	0,91	normalsehnig
1907	—	—	3,74	0,14	0,16	0,48	3,00	0,0090	0,92	"
1908	—	—	3,90	0,18	0,13	0,62	4,77	0,0119	0,94	"
1975	—	—	3,50	—	0,16	—	—	—	—	"
1987	1990	1,55	3,60	0,18	0,20	0,62	3,10	0,0111	0,93	"
1989	1890	1,58	3,43	0,12	0,18	0,36	2,00	0,0069	0,89	sehnig
1990	1915	1,22	3,03	0,08	0,13	0,21	1,62	0,0049	0,91	unganz, sehnig

(Nr. 1613*–1871*: belgisches Eisen)

Im Mittel: 0,907
Maximum: 0,94
Minimum: 0,85

Vergleichungen der Resultate unserer spätern Festigkeitsversuche bestätigen die „Constanz“ des Erfahrungscoefficienten η; sie weisen auch darauf hin, dass im grossen Ganzen die Variation dieses Coefficienten selbst bei verschiedenen Sorten der gleichen Materialgattung practisch ohne Belang sei, dass sich folglich die unterschiedlichen, auf dem heutigen Eisenmarkte befindlichen Materialsorten vom Boden der Arbeitscapacität gruppenweise zusammenfassend einheitlich behandeln und ohne Widersprüche oder Unzukömmlichkeiten ordnen lassen.

Bevor wir die neue Methode der Classification von Eisen und Stahl näher beleuchten, sei gestattet, mit wenigen Worten auf die Mängel derjenigen einzutreten, welche auf zahlreichen, sorgfältig durchgeführten Versuchen der deutschen Eisenbahnverwaltungen gründet, und die Dank ihrer Einfachheit und Uebersichtlichkeit eine Zeit lang bestimmt erscheint, an Stelle bisheriger Willkür zu treten.

Bekanntlich empfahl die technische Commission des Vereins deutscher Bahnverwaltungen zu einer staatlich anerkannten Classification von Eisen und Stahl folgende Bestimmungen zur Annahme:

A. Bessemerstahl, Gussstahl, Martinsstahl,

als Constructionsmaterial für Eisenbahnschienen, Achsen, Radbandagen etc.

I. Qualität

mit drei Unterabtheilungen.

	a) hart.	*b) mittel.*	*c) weich.*
Min. Zerreissungsfestigkeit in *kg* pro *mm*³	65	55	45
Min. Contraction in % (als Maass der Zähigkeit)	25 %	35 %	45 %

Um zu dieser Qualität gerechnet zu werden, muss das Material die beiden zusammengehörigen Zahlen mindestens erreichen oder überschreiten. Dabei muss die Bruchfläche gleichmässig sein und in den zerrissenen Stäben dürfen sich weder Quer- noch Längsrisse zeigen.

II. Qualität
mit zwei Unterabtheilungen.

	a) härtere	*b) weichere Sorte*
Min. Zerreissungsfestigkeit	55	45 *kg* pro mm^2
Min. Contraction	20 %	30 %

Für Bruchfläche und Risse gelten gleiche Vorschriften wie bei Qualität I.

B. Stabeisen.

I. Qualität.

Min. Zerreissungsfestigkeit	38 *kg* pro mm^2
Min. Contraction . . .	40 %

II. Qualität.

Min. Zerreissungsfestigkeit	35 *kg* pro mm^2
Min. Contraction . . .	25 %

C. Eisenblech.

I. Qualität.

	a) in der Walzrichtung	*b) quer zur Walzrichtung*
Min. Zerreissungsfestigkeit	36 *kg* pro mm^2	32 *kg* pro mm^2
Min. Contraction	25 %	15 %

II. Qualität.

Min. Zerreissungsfestigkeit	33 *kg* pro mm^2	30 *kg* pro mm^2
Min. Contraction	15 %	9 %

Das Stabeisen sowohl als das Eisenblech darf sich nach dem Zerreissen weder unganz noch an der Oberfläche brüchig zeigen.

Abgesehen von den Folgen, die die Einführung eines von Zufälligkeiten abhängigen, also unzuverlässigen Bestimmungselementes in das System der Classification nach sich ziehen musste, lässt auch die Methode der Bildung und Art der Eingrenzung bestimmter Qualitätsclassen von rein technischem Standpunkte in ziemlich hohem Grade unbefriedigt und insofern zu wünschen übrig, als eine Reihe geschätzter, für manche Verwendungszwecke geradezu unentbehrlicher Marken in dem Rahmen

dieser Classification keinen Platz finden. Wir erinnern beispielsweise nur an schwedisches Nietmaterial, das seiner Festigkeit wegen in die II., seiner Zähigkeit halber in die I. Qualitätsclasse des Stabeisens eingereiht werden müsste, obschon ernstlich kaum Jemand die Primaqualität dieses Materials in Frage stellen dürfte.

Der Unzulänglichkeit der Classification, der Unmöglichkeit, berechtigten Forderungen spezieller Verwendungszwecke im Rahmen der einmal angesetzten Qualitätsclassen zu genügen, ist wohl hauptsächlich zuzuschreiben, dass mit Umgehung der in der Classification niedergelegten Ansätze, durch Beschlussfassung der am 28. und 29. Juli 1879 zu Salzburg abgehaltenen Generalversammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, die folgenden Qualitätsvorschriften den Vereinsverwaltungen zur Anwendung bei Submissionen empfohlen wurden.

	a) Flussstahlachsen	*b) Flussstahlschienen*
Min. Zerreissungsfestigkeit . .	50 *kg*	50 *kg* pro *mm*²
Min. Contraction	30 %	20 %

Für die Bestimmung der Qualität sind beide Eigenschaften nöthig u. z. sind die beiden gefundenen Zahlen (absolute Festigkeit und Contraction) zu addiren und müssen mindestens

	90	85 ergeben.

	c) Flussstahl-Locomotivradreifen (nicht gebremst)	*c¹) Tender- u. Wagenradreifen*
Min. Zerreissungsfestigkeit	60 *kg*	45 *kg* pro *mm*²
Min. Contraction	25 %	35 %
Summe beider Zahlen hat mindestens	90	90 zu ergeben.

Ohne die Bedeutung und den Werth der umfassenden Arbeiten um eine staatlich anerkannte Classification von Eisen und Stahl in Deutschland zu unterschätzen oder das Verdienst zu verkennen, das sich durch Anregung der ganzen Angelegenheit, Einführung schärferer und exacterer Submissionsbedingungen, durch die Beeinflussung der Entwickelung der Eisenindustrie der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen erwarb, vermochten wir nach einlässlicher Prüfung des Sachverhalts weder der Methode noch der Art der Durchführung der fraglichen Classification beizupflichten, und suchen vom Boden des Arbeitsvermögens des Materials eine universelle Classification des Eisens und Stahls zu schaffen, die zwanglos speciellen Anforderungen jeder Art genügt und Dank ihrer Einfachheit und Uebersichtlichkeit die ersten Bedingungen ihrer Lebensfähigkeit in sich trägt.

Das Grundprincip der neuen Classenbildung für bestimmte Materialgattungen (Schweiss- und Flusseisen) besteht, im Gegensatze zu der bisherigen Uebung, im Zusammenfassen der Materialsorten gleicher Arbeitscapacität; es erscheinen daher die einzelnen Qualitätsclassen durch den Inbegriff gleichwerthiger Qualitätsindividuen bestimmter, erfahrungsgemäss angenommener und somit zeitweise zu revidirender Minimalansätze des Arbeitsvermögens eingegrenzt. Jede Qualitätsclasse besitzt einen sie characterisirenden Qualitätscoefficienten und wird die Eignung eines Individuums dieser Classe zur Verwendung in bestimmtem Falle durch Festsetzung eines wünschbaren Festigkeitsgrades ausgedrückt. Umgekehrt erhalten Submissionsbedingungen zur Fixirung der Materialqualität, die Angabe der Qualitäts- und Festigkeitscoefficienten, wonach der Producent, vollständig orientirt, die nöthigen Maassregeln zur Erzeugung der gewünschten Qualität zu ergreifen vermag.

Zur Erläuterung des Gesagten diene Folgendes:

Die specifische Arbeitscapacität eines Materials war durch $\alpha = \eta \,.\, \beta \lambda$ ausgedrückt, worin:

α nach vorstehender Definition für die Grenze einer Classe,

η für sämmtliche Classen einer Materialgattung constant anzusehen ist,

mithin reducirt sich für die Grenze einer Qualitätsclasse obige Gleichung, da:

$$\frac{\alpha \, min}{\eta} = const. = c \text{ gesetzt werden kann,}$$

auf:

$$c = \beta \,.\, \lambda.$$

Der Qualitätscoefficient einer Classe c wird in erster Linie von der Qualität der verarbeiteten Rohstoffe, ihrer chemischen Zusammensetzung, von der Fabrikationsmethode, von den mechanischen Einwirkungen, Höhe der Temperatur u. d. m., denen eine Materialgattung während der Erzeugung und Formgebung ausgesetzt ist, abhängen und muss auf Grund statistischer Erhebungen und einheitlich durchge-

führter Festigkeitsversuche empirisch, durch ein Compromiss zwischen Producenten und Consumenten, entsprechend der Entwicklungsphase, den Fortschritten der Eisenindustrie, zeitweise festgestellt werden.

Das Abhängigkeitsverhältniss der Zugfestigkeit $\beta\, t$ pro cm^2 und des Dehnungscoefficienten λ, $\left(\frac{\Delta l}{l}\right.$ d. i. die relative Längenänderung bezogen auf 20 cm ursprüngliche Stablänge) lässt eine einfache geometrische Interpretation zu. Die Gleichung $c = \beta \cdot \lambda$ stellt nämlich eine *Hyperbel*, bezogen auf ihre Asymptoten als Axen des erwählten Coordinatensystems, dar. Es werden somit in jeder Qualitätsclasse Individuen gleicher Arbeitscapacität auf ähnlichen und ähnlich gelegenen *Hyperbeln* liegen, also Hyperbelstücke die Grenzlinien der einzelnen Qualitätsclassen bilden.

Wie bereits erwähnt, wird die Festsetzung der Grösse unserer Qualitätscoefficienten c, und der Festigkeitsverhältnisse für bestimmte Materialsorten nach Uebereinkunft der Producenten und Consumenten zeitweise zu erfolgen haben. Um jedoch der Sache den nöthigen Vorschub zu leisten, haben wir die uns disponiblen Versuchsresultate einiger Experimentatoren in beiliegender Tafel zusammengestellt und mit Rücksicht auf berechtigte Wünsche der Eisenbahnverwaltungen und der Eisen-Hüttenleute einen Entwurf der Classification von Eisen und Stahl ausgearbeitet.

Bevor auf eine Besprechung der vorgeschlagenen Qualitätsansätze für Eisen und Stahl näher eingetreten werden könnte, scheint es wünschbar, eine Vergleichung der Aenderungen vorzunehmen, die unser Qualitätscoefficient c, die Contraction und die Wöhler'sche Summe erleidet, wenn das Versuchsmaterial vorangehend verschiedenartigen, mechanischen Einwirkungen ausgesetzt war.

Leider ist unser disponibles Material gerade in dieser Hinsicht nothdürftig. Eine Wöhler'sche Maschine für wiederholte Anstrengungen steht nicht zu unserer Verfügung, obschon der Ausbau unserer Methode Beobachtungen in dieser Richtung dringend wünschbar erscheinen lässt.

Im Einklang mit anderweitigen Beobachtungen sind wir der Ansicht, dass durch wiederholte Anstrengungen die absolute Festigkeit unbedeutend verändert, die Elasticitätsgrenze erhöht und das Arbeitsvermögen des Materials abgemindert werde; es

wird allmählig spröde (häufige Erscheinung bei Kesselblechen) und in dem Maasse widerstandslos gegen dynamische Effecte, in welchem das Material an ursprünglicher Arbeitscapacität verloren hat. Mit abnehmender Intensität der wiederholten Anstrengungen wird die Aenderung der Elasticitätsgrenze und des Arbeitsvermögens verzögert, d. h. die Häufigkeit der Anstrengung zur Erreichung bestimmter Aenderungen eines und desselben Materials erhöht. Wahrscheinlich lässt sich eine Grenze finden, innerhalb deren jede praktisch noch so grosse Zahl wiederholter Anstrengungen keine wesentliche Aenderung an der Materialbeschaffenheit mehr übt. Dass die specifische Anstrengung an dieser Grenze bei Aufstellung von Formeln zur Dimensionenberechnung von Bauconstructionen nützlich verwerthet werden könnte, ist einleuchtend.

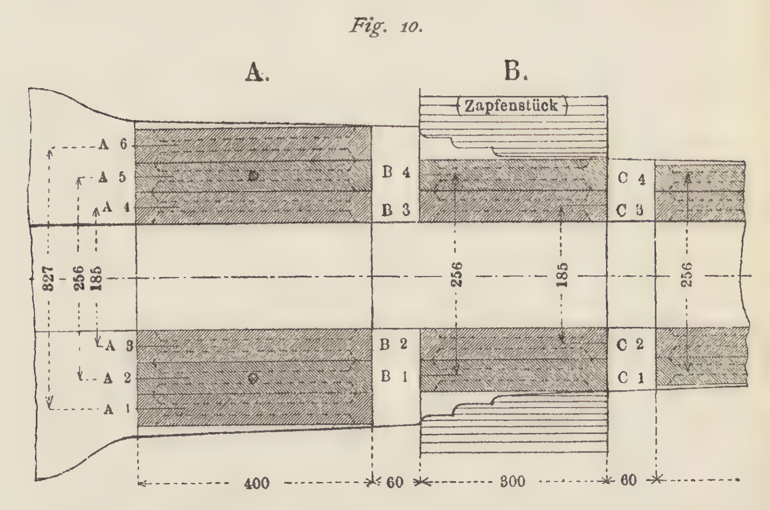
Anderseits wird die Abnahme der ursprünglichen Arbeitscapacität (Inhalt des Arbeitsdiagramms) durch wiederholte Anstrengungen, erzeugt auf der Wöhler'schen Maschine oder durch factische Dienstleistung in einem Bauwerke, Anhaltepunkte zur Bestimmung der Dauer der Dienstleistung oder des Zeitpunktes der Auswechslung des Materials bieten. Dass unsere Qualitätszahl in dieser Richtung sicherer, zuverlässiger arbeitet als alle bisherigen Qualitätsmesser, wollen wir an folgenden Bronze-Versuchen erläutern.

Im Auftrage des Chefs des schweiz. Artilleriebureaus hatten wir im Jahre 1881 Gelegenheit, eine Serie umfassender Festigkeitsversuche mit einer 7,9 procent. Kanonenbronze auszuführen. Die Resultate dieser Versuche sind, abgesehen davon, dass sie einen klaren Einblick in das Wesen der Wirkung der Compressionsdorne bei Dichtung der Geschützrohrwandungen nach Uchatius Verfahren ermöglichen, durch den Umstand von besonderem Werth, dass sie die Unsicherheiten der Qualitätsbestimmung zäher Constructionsmaterialien vom Boden der Contraction und der problematischen Summe aus Zerreissungsfestigkeit und Contraction zum Ausdrucke bringen.

Die fraglichen Festigkeitsversuche sind an cylindrischen Stäben von 2,19 *cm* Durchmesser ausgeführt; die Länge der Versuchsstäbe betrug 40, ausnahmsweise 30 *cm*. Die cylindrischen Schäfte der Stäbe begrenzten sphäroidale Köpfe, die bei Einlagerung in entsprechend geformte Befestigungsbüchsen des Zugapparats ein selbstthätiges Einstellen in die Axe beziehungsweise in die Zugsrichtung gestatteten. Die Versuchsstäbe wurden aus einem 15 *cm* Geschützrohr herausgearbeitet, welches bei Rütschi in Aarau im Jahre 1880 gegossen und nach erfolgter Appretur

während der Procedur des Durchtreibens der Compressionsdorne rissig wurde. Beim Guss platzte die Coquille; längs des Risses trat eine zinnreiche Ader zum Vorschein, die sich bei der Compression öffnete und zum Ausschusse des Rohres führte. Auf

Fig. 10.



Ordre des Chefs des schweiz. Artilleriebureaus ist nun das noch intacte Geschützrohr nach Anleitung obenstehender Skizze, vergleiche Fig. 10, in Ringstücke zerlegt worden, aus welchen schliesslich die in Frage stehenden Versuchsstücke herausgearbeitet wurden.

Da nun die Prüfungsresultate der Probestücke der einzelnen Ringe fast vollständig übereinstimmen, so beschränken wir uns auf die Mittheilung der Ergebnisse der interessantesten Serien, nämlich der Prüfungsresultate der Versuchsstücke *A* und *B*, die dem Boden- und Zapfenstücke des Geschützrohres angehören. Die vorgenommenen Messungen bezweckten in erster Linie die Feststellung der Veränderungen der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse des Materials durch Einwirkung der Compressionsdorne; indessen ist auf die Erhebung der Elemente der Arbeitsdiagramme, wie dies bei uns principiell immer geschieht, besonderes Gewicht gelegt worden, und sind denn auch jenseits der Elasticitätsgrenze Belastungen und correspondirende Dehnungen beobachtet und protokollirt worden.

Protokoll Nr. 1702.

Belastung P. *tn*	Ursprüngl. Stab Durchmesser d *cm*	Querschnitt $F\ cm^2$	Dehnung Δl_0 in *cm* pro 10 *cm* urspr. Stablänge
0,00	2,19	3,77	0,00
4,00			0,00
5,00[1]			
6,00			0,22
,50			0,41
7,00			0,62
,50			0,84
8,00			1,11
,50			1,40
9,00			1,77
,50			2,20
10,00			2,72
,50			3,33
11,00			4,11
11,38[2]			

[1]) Beginn der Streckungen. [2]) Plötzlicher Bruch.

Staboberfläche stark deformirt, schuppig, fein anrissig.
Bruchfläche fast homogen, wenig porös, stark zackig, goldgelb glänzend.

Protokoll Nr. 1704.

Belastung P. *tn*	Ursgrüngl. Stab Durchmesser d *cm*	Querschnitt $F\ cm^2$	Dehnung Δl_0 in *cm* pro 10 *cm* urspr. Stablänge
0,00	2,19	3,77	0,00
7,00			0,00
8,00			0,02
9,00			0,04
10,00[1]			0,07
,50			0,13
11,00			0,54
,25			0,77
,50			1,04
,75			1,39
11,88[2]			

[1]) Beginn der Streckungen. [2]) Plötzlicher Bruch nahe der Stabmitte.

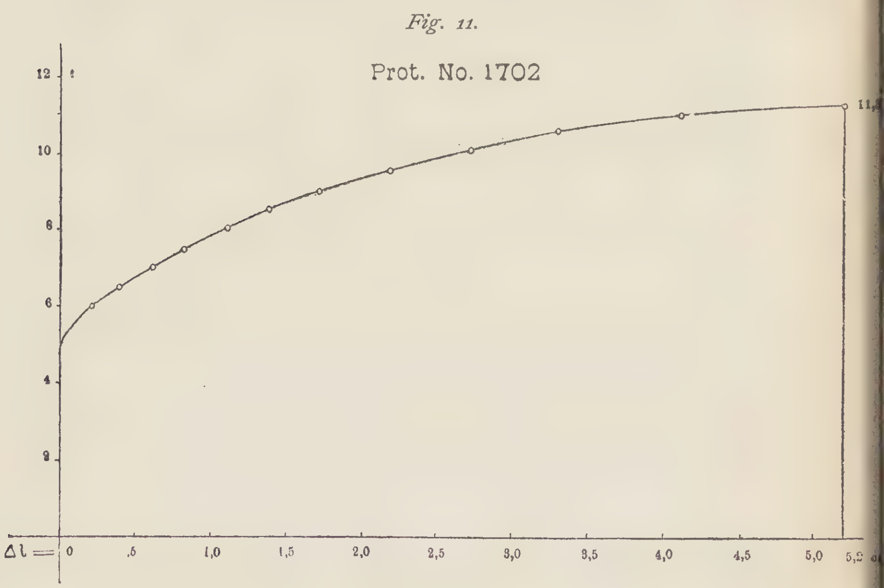
Staboberfläche wenig schuppig, fast vollkommen und rissfrei.
Bruchfläche kurz, wenig zackig, fast dicht; wegen Zinnausscheidungen unhomogen; mässig glänzend.

Die Belastung entnahm man der Waage der Werder'schen Festigkeitsmaschine, während die correspondirende Dehnung vor wie nach dem Bruche mittelst Zirkel und Transversalmasstab bestimmt wurde. Zur Zeit gestatten unsere Einrichtungen nicht, die Dehnung im Momente des Bruches zu fixiren. Für zähe Constructionsmaterialien sind übrigens diese Dehnungen sicherlich ohne Bedeutung; sie können von den Dehnungen nach Bruch nicht wesentlich, jedenfalls nicht genügend verschieden sein, um im Arbeitsdiagramme irgend einen merklichen Einfluss auszuüben, während dies bei härtern, sprödern Materialien zweifelsohne der Fall sein wird.

Auf Seite 33 geben wir auszugsweise die erhobenen Bestimmungselemente der Arbeitsdiagramme zweier Versuchsstäbe aus dem Bodenstücke des Geschützrohres. Wie die Nummerirung, vergl. Fig. 10, andeutet, gehört A_1 dem äusseren Umfang, A_3 der Bohrung an, welche durch Eintreiben jener Compressionsdorne wiederholt gedichtet wurde.

Unter zu Grundelegung der genannten Bestimmungselemente sind nun die in Fig. 11 und 12 dargestellten Arbeitsdia-

Fig. 11.

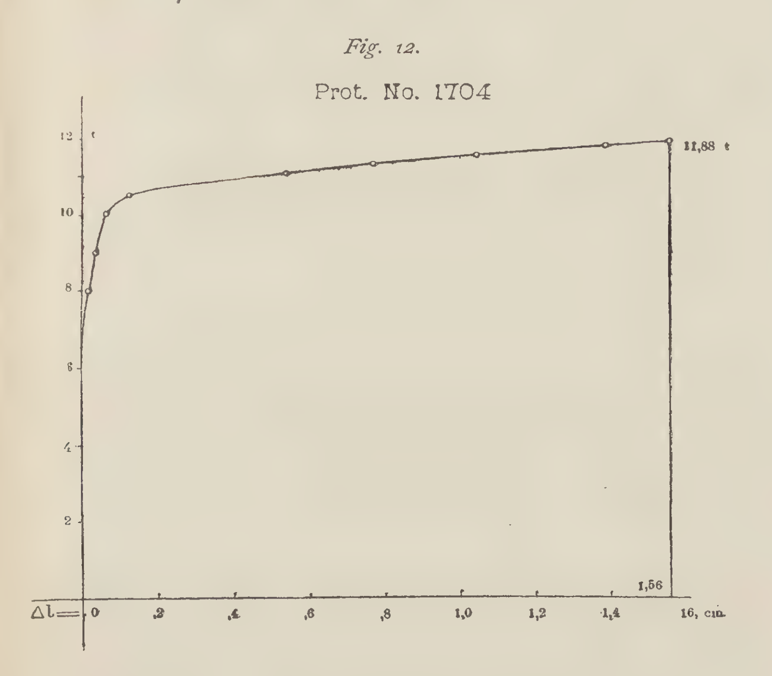


gramme construirt und mittelst Planimeter ausgemessen worden. Die eingrenzenden Endcoordinaten der Arbeitsflächen entsprechen den Bruchbelastungen und Dehnungen nach Bruch. In

Ermangelung belangreicher, localer Contractionen, wie solche weichen Eisen- und Stahlsorten eigenthümlich sind, ist hier die durch Einführung obiger Endcoordinaten in das Diagramm in Rechnung gebrachte Ungenauigkeit selbst auf die Grösse des Coefficienten η ohne nennenswerthen Einfluss.

Fig. 12.

Prot. No. 1704



In beschriebener Weise wurden nun für sämmtliche Versuche die respectiven Diagramme construirt und ausgemessen. Die Ermittelungen der Elasticitätsmodule ε, der specifischen Grenzbelastungen (Grenzmodule, Belastung der Flächeneinheit an der Elasticitätsgrenze) γ, der specifischen Bruchbelastungen (Bruchmodule) β, sowie der Dehnungen nach Bruch: λ_1 und λ_2 (bezogen auf 10 resp. 20 *cm* ursprünglicher Stablänge) bedürfen keiner weiteren Erwähnung. Aus dem Arbeitsvermögen A jedes einzelnen Stabes berechnet man auch ohne Weiteres die specifische Arbeitscapacität: $\alpha = A/Fl$ und der Coefficient η; die Ermittelung der procentualen Contractionen der Bruchquerschnitte ist in Folge der unregelmässigen, wellenförmigschuppigen Beschaffenheit der Oberflächen der äusserst zähen Broncestäbe schwierig und unzuverlässig. Wiederholte Messungen ergaben

stets differirende Resultate. Eine irgendwie befriedigende Uebereinstimmung konnte schliesslich durch Berechnung der Inhalte der Bruchflächen aus den Abwickelungen der Bruchquerschnittperipherien erzielt werden.

Ganz abgesehen von der oft sehr unsicheren Ermittelung der Contraction, abgesehen ferner vom Umstande, dass sie mit der Leistungsfähigkeit, dem Arbeitsvermögen des Materials nur in Ausnahmsfällen in directer Beziehung steht, gewöhnlich aber locale Zähigkeitsverhältnisse zum Ausdrucke bringt, ist weder sie, noch die Wöhler'sche Qualitätszahl geeignet, allfällige Veränderungen der ursprünglichen Arbeitscapacität des Materials, die durch mechanische Einwirkungen, Erschütterungen, wiederholte Anstrengungen etc. verursacht wurden, genügend zu kennzeichnen.

Vergleichungen der Resultate der Prüfung des Materials der Umfassung des Geschützrohres und desjenigen der Bohrung, die durch Wirkung der Compressionsdorne eine moleculare Veränderung erlitt, stellen die Brauchbarkeit der Contractionsmethode zur Beurtheilung dieser Effecte zum Mindesten in ein zweifelhaftes Licht. Wir lassen in tabellarischer Zusammenstellung die Resultate der mehrfach erwähnten Proben folgen:

Versuchsstück Sign. A; aus dem Bodenstück des Geschützrohrs.

		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	
Elasticitätsmodul	$\varepsilon =$	1159	1064	1092	1105	1121	1139	t pr. cm^2
Spec. Grenzbelastung	$\gamma =$	0,297	0,562	0,898	0,898	0,367	0,297	„ „ „
„ Bruchbelastung	$\beta =$	2,97	3,11	3,19	3,05	3,08	3,15	„ „ „
Dehnungen p. 10 *cm* Stabl.	$\lambda_1 =$	52,0	51,30	15,60	10,80	49,80	64,10	%
„ „ 20 „ „	$\lambda_2 =$	49,0	48,80	14,50	10,60	46,00	59,59	„
Inhalt des Arbeitsdiagr.	$A =$	49,40	49,70	17,30	11,10	48,00	62,60	t cm
Spec. Arbeitscapacität	$\alpha =$	1,31	1,32	0,47	0,295	1,27	1,58	„ „ „
Völligkeitscoefficient	$\eta =$	0,85	0,83	0,94	0,90	0,83	0,83	„ „ „
Contr. d. Bruchquerschn.	$q =$	34,0	34,0	12,5	10,9	34,00	43,0	%
Min. Querschnittscontract.	$q_1 =$	29,2	29,2	9,3	8,2	25,20	34,0	„

Versuchsstäbe aus dem Zapfenstück, Sign. B.

		B_1	B_2	B_3	B_4	
Elasticitätsmodul	$\varepsilon =$	1151	1127	1124	1150	t pr. cm^2
Specif. Grenzbelastung	$\gamma =$	0,43	0,875	0,89	0,30	„ „ „
„ Bruchbelastung	$\beta =$	3,24	3,19	3,26	3,25	„ „ „

		B_1	B_2	B_3	B_4
Dehng. p. 10 *cm* urspr. Stabl.	$\lambda_1 =$	49,4	16,2	17,2	56,5 %
„ „ 20 „ „ „	$\lambda_2 =$	46,2	14,3	18,0	52,2 „
Inhalt des Arbeitsdiagr.	$A =$	4,99	1,83	1,90	5,90 *t cm*
Specif. Arbeitscapacität	$\alpha =$	1,31	0,49	0,51	1,56 „ „
Völligkeitscoefficient	$\eta =$	0,82	0,95	0,90	0,85
Contr. d. Bruchquerschn.	$\varphi =$	3,48	1,82	1,82	4,18 %
Minim. Querschnittscontr.	$\varphi_1 =$	3,08	0,99	1,22	3,40 „

Ein Blick auf vorstehende Zusammenstellung lässt erkennen, dass sämmtliche Versuchsstäbe bei der allmählig gesteigerten Belastung sich sehr gleichmässig streckten und contrahirten. Der Bruch ging auch stets plötzlich vor sich, so dass der Moment des Beginns localer Einschnürungen nicht beobachtet werden konnte. Die Unterschiede der minimalen Querschnittscontractionen gegenüber den Contractionen der Bruchquerschnitte sind unbedeutend, von Aug aus oft kaum wahrnehmbar. Wir haben es also mit einem Material zu thun, welches durch seine Homogenität und gleichmässige Streckung Contractionen liefern musste, die dem Arbeitsaufwand nahezu proportional sind. In der That finden wir in vorstehender Columne eine überraschende Uebereinstimmung zwischen den Werthen A und φ, die auf den ersten Blick eher für als gegen die Contraction spricht. Bildet man jedoch die procentualen Abminderungen der Arbeitscapacitäten und Contractionen der äussern Versuchsstäbe im Vergleiche zu denjenigen der Bohrung, so findet man Abweichungen, die von vornherein jede Hoffnung ziemlich illusorisch erscheinen lassen, durch die Contraction das Maass der Abnahme der Arbeitsfähigkeit eines Materials nach einer bestimmten Dauer der Dienstleistung beurtheilen zu können.

Vergleichungen d. Stäbe ergeben Abminderungen	A_1 u. A_3	A_2 u. A_3	A_5 u. A_4	A_6 u. A_4	B_1 u. B_2	B_4 u. B_2
des Arbeitsvermögens:	**65 %**	**65,2 %**	**77 %**	**82,2 %**	**63,4 %**	**67,7 %**
der Contraction:	63,3 %	63,3 %	68 %	74,5 %	47,7 %	56,5 %
d. Wöhler'schen Qualitz.	30,3 %	31,8 %	36,2 %	44,5 %	25,4 %	31,6 %
Tetmajer's Qualitätsc.	**62,2 %**	**68,8 %**	**79,5 %**	**84,0 %**	**67,5 %**	**70,0 %**

Während also die Contraction im Verhältnisse zu den Abminderungen des Arbeitswerthes zwischen 2,7 und 26,8 %, die Wöhler'sche Qualitätszahl zwischen 45,9 und 60 % schwankt, bewegt sich unser Qualitätscoefficient c in den Grenzen von 1,8 und 6,1 %, welche noch wesentlich enger gezogen werden könnten, sofern man in der Rechnung mittlere Coefficienten η berücksichtigen würde.

Eine weitere Versuchsserie, die geeignet ist den Zusammenhang zwischen Arbeitscapacität und Contraction zu illustriren, ist durch Herrn Director Brauns in der Generalversammlung deutscher Hüttenleute bekannt gemacht worden. Im Januar-Hefte des Organs der Hüttenleute vom Jahre 1882, in „Eisen und Stahl" ist der anziehende Vortrag Brauns, sowie die im Eingange angeführte Arbeit Bauschinger's veröffentlicht.

Herr Director Brauns geht von der Ansicht aus, „dass die Qualität von Eisen und Stahl um so besser, also die Widerstandsfähigkeit gegen jede Art der Beanspruchung um so grösser wird, je mehr das Material verarbeitet ist, d. h. je mehr der Querschnitt desselben durch zweckmässige Bearbeitung mit Hammer oder Walze in warmem Zustande verringert wird." Diese Anschauung ist wohl für Schweisseisen allgemein anerkannt; allein sie auch auf Flusseisen unverändert in gleichem Umfange zu übertragen, scheint nicht ganz gerechtfertigt. Jedenfalls sprechen die Brauns'schen Versuche selbst mehr gegen als für seine Ansicht. Die Wirkung des Herabarbeitens des warmen Schweisseisens auf geringere Querschnittsabmessungen ist in erster Linie im Dichten und einer Art mechanischer Feinung, die im Ueberführen des Korns in Sehne, in der Bildung einer feinfadigen oder blättrigen Structur besteht, zu suchen. Beim Flusseisen, namentlich in den höher gekohlten Marken, fällt diese Art mechanischer Feinung dahin und obschon die Dichte und Zuverlässigkeit des Materials durch zweckmässige mechanische Bearbeitung in warmem Zustande unstreitig erhöht wird, sind wir doch der Ansicht, dass beim Herabarbeiten des Gussblockes auf 60 oder 70 % seines ursprünglichen Querschnitts das meiste zur Erhöhung der Qualität von Flusseisen geleistet ist und geht gerade aus Brauns Versuchen hervor, wie durch die weitere Verarbeitung auf 80 ja 95 % keine wesentliche Aenderung in der Materialqualität resultirte.

Wir lassen die Brauns'schen Versuchsresultate folgen:

I. Serie.

„Die Versuchsstäbe sind in der Weise hergestellt, dass der eine Theil des Stückes um 65 % des ursprünglichen Querschnitts, der anliegende Theil um 85, 90 und 95 % herabgeschmiedet ist.

Darauf sind beide kalt auf das gleiche Màass abgearbeitet und die Stäbe auf der Zerreissmaschine probirt.“

Verarbeitung in %	Festigkeit *tn* pr. cm^2	Dehnung in % p. 20 *cm*	Contraction in %	±	Qualit.-Coefficient *c*	±
Gruppe 1.						
65	4,77	25,0	54,2		1,19	
85	5,20	18,7	41,8	—	0,985	—
65	4,99	24,0	47,2		1,199	
90	5,03	23,5	46,6	—	1,18	—
65	4,89	23,0	27,1 (?)		1,125	
95	5,10	21,25	47,3		1,08	—
Gruppe 2.						
65	6,39	14,5	30,1		0,925	
85	6,41	14,5	25,9	—	0,930	+
65	6,03	15,0	35,0		0,905	
85	6,38	15,0	37,0	+	0,955	+
65	6,17	17,0	32,9		1,05	
95	6,53	13,5	32,8	+	0,88	—
Gruppe 3.						
65	4,81	21,75	42,5		1,05	
85	5,10	29,75	44,1	+	1,06	+
65	4,86	21,0	42,7		1,02	
90	5,20	19,5	42,0	—	1,015	—
65	4,77	22,5	41,2		1,07	
95	5,56	18,0	40,8	—	1,00	—
Gruppe 4.						
65	4,59	20,5	46,0		0,94	
85	4,86	17,0	49,0	+	0,828	—
65	4,70	23,5	48,4		1,105	
90	5,10	20,0	40,6	—	1,020	—
65	4,83	23,0	46,7		1,11	
95	5,13	22,0	48,1	+	1,13	+
Gruppe 5.						
65	4,72	22,0	36,0		1,04	
90	5,30	20,5	46,1	+	1,09	+
65	5,00	22,25	36,0		1,112	
95	5,30	20,5	46,1	+	1,09	—

II. Serie.

„Die Versuchsstäbe sind gewonnen, indem die Stücke um 60 % des ursprünglichen Querschnitts warm herabgearbeitet und dann kalt in 3 gleiche Theile getheilt sind. Einer dieser Theile ist ohne weitere Verarbeitung in warmem Zustande durch Hobeln und Feilen auf das Maass des Zerreissstabes gebracht, ein zweiter ist warm um weitere 20 %, ein dritter ebenso um weitere 30 % herabgeschmiedet und sind beide hierauf kalt zu Zerreissstäben zugerichtet."

Von den Probestücken, der folgenden Gruppen 1 und 2, sind die um **60°** herabgeschmiedeten und warm appretirten Versuchsstäbe von der Vergleichung ausgeschlossen.

Verarbeitung in %	Festigkeit t pro cm^2	Dehnung in % p. 20 cm	Contraction in %		Qualit.-Coefficient c	
Gruppe 1.						
60	5,06	22,7	42,7			
80	5,44	19,25	43,0		1,05	
90	5,66	16,00	42,0	—	0,905	—
Gruppe 2.						
60	5,03	23,7	53,6			
80	5,00	19,5	52,1		0,975	
90	5,33	14,0	47,4	—	0,75	—

Die vorstehenden Versuche bestätigen zunächst:

1) Durch die fast vollständige Uebereinstimmung der Art der Aenderungen der Contraction und unseres Qualitätscoefficienten, die unseren Entwickelungen zu Grunde liegenden Anschauungen, wonach die Arbeitscapacität eines Constructionsmaterials sich mit dem Zähigkeitsgrade ändere.

2) Im Gegensatze zu Herrn Brauns, welcher durch die scheinbar gesetzlosen Veränderungen der Werthe der Contraction die Schlussfolgerung macht, „dass entweder die Contraction überhaupt in keinerlei Beziehungen zur Qualität steht, oder es wirken Umstände auf dieselbe, welche sich bis jetzt noch unserer Wahrnehmung entziehen" — führt die Vergleichung des Arbeitscoefficienten c und Contractionen zu dem bestimmten Resultat,

dass hier Dank der getroffenen Materialauslese und sorgfältigen Behandlung der Probekörper die Zähigkeit des Materials bei verhältnissmässig geringen Schwankungen zum Ausdrucke kam, und dass, wie übrigens vorauszusehen war, die Festigkeit zu-, die Dehnung gesetzmässig abnehmen, die Contraction aber innerhalb ihrer Unzuverlässigkeits-Grenzen nahezu unverändert bleiben musste, weil der Arbeitswerth der flusseisernen Probekörper bei dem gewählten Grade der Verarbeitung von 65 bis 95 % sich eben nicht wesentlich verändern konnte; wir sind überzeugt, dass die Probestücke dieser Versuchsserien auf einem Biegeapparat oder unter einem Schlagwerk ziemlich gleichartiges Verhalten gezeigt haben würden.

Einfluss der Form und Abmessung der Normalstäbe auf das Resultat der Qualitätsbestimmung.

Bezüglich des Einflusses der Form und Abmessungen der Versuchsstäbe auf die Ergebnisse der Qualitätsbestimmung durch Zerreissungsversuche liegen nur wenige, zur Entscheidung dieser Frage ungenügende Erfahrungen vor. Insbesondere fehlen vergleichende Versuchsresultate mit Probestäben mit rectangulären und quadratischen Querschnittsflächen.

Zur Zeit der Anschaffung der Befestigungsmittel für die in Fig. 1 bis 4 dargestellten Normal-Rundstäbe haben wir 3 Versuchsserien mit Material dreier, längere Zeit im Betriebe gestandener Flussschienen der gleichen Lieferung, ausgeführt. Die Schienenköpfe sind in üblicher Weise durch Stanzen vom Stege getrennt, hierauf aus jedem Schienenkopfe, entsprechend der Stärke der cylindrischen Schäfte der Probestäbe von d = 2,5, 2,0, 1,5 und 1,0 *cm*, Versuchsstäbe herausgedreht und versuchsgerecht hergerichtet worden. Das Ergebniss der Zerreissproben mit diesen Stäben enthält folgende Zusammenstellung:

Durchmesser d in cm	Streckungsbeginn ϱ in tn pro cm^2	Zugfestigkeit β in tn pro cm^2	Contraction in %	Dehnung in cm pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts-Coefficient c	Bemerkungen
			1. Serie.				Material einer Flussstahlschiene.
2,5	4,70	6,31	45,8	21,4	108,9	1,35	Bruchfl. tadellos; Staboberfl. intact.
2,0	4,62	6,45	47,4	18,6	111,9	1,20	„ „ „ „
1,5	4,80	6,64	47,2	18,0	113,6	1,19	„ „ „ „
1,0	4,77	6,69	48,2	14,8	115,1	0,99	„ „ „ „
			2. Serie.				Material einer 2. Flussstahlschiene.
2,5	4,18	5,78	50,4	21,8	108,2	1,26	Bruchfl. tadellos; Staboberfl. intact.
2,0	4,00	5,81	51,0	20,7	109,1	1,20	„ „ „ „
1,5	4,23	5,86	51,8	20,8	110,4	1,22	„ „ „ „
1,0	4,01	5,67	47,7 ?	—	104,4	—	Bruchstelle in Nähe d. Einspannkopfes
			3. Serie.				Material einer 3. Flussstahlschiene.
2,5	4,26	5,95	51,7	22,0	111,2	1,31	Bruchfl. tadellos; Staboberfl. intact.
2,0	4,30	5,97	52,4	21,1	112,1	1,26	„ „ „ „
1,5	4,19	6,00	52,5	21,5	112,5	1,29	„ „ „ „
1,0	4,24	6,09	51,0	21,2	111,9	1,29	„ „ „ „

Die in Serie 1 und 3 gewonnenen Resultate scheinen darauf hinzuweisen, dass mit abnehmender Stabdicke die Festigkeit etwas zu, die Dehnung entsprechend etwas abgenommen habe. Serie 2 ist nicht complet, zeigt jedoch im Grossen und Ganzen ähnliche Verhältnisse. Die Unterschiede sind indessen nicht so wesentlich, dass die Benutzung schwächerer Dimensionen bei Qualitätsproben von Flusseisen zu Trugschlüssen Veranlassung gäbe. Bei Schweisseisen dürften die Verhältnisse wohl wesentlich anders liegen; Versuchsresultate liegen nicht vor.

Werth der Zerreissungsprobe zur Qualitätsbestimmung der Metalle.

Ueber den Werth der Zerreissungsprobe zur Qualitätsbestimmung der Metalle ist das Urtheil der Sachverständigen einhellig. Keine andere Probe vermag die technisch wichtigsten Eigenschaften, nämlich Festigkeit und Arbeitsvermögen bedingt durch den Grad gleichzeitiger Festigkeit und Zähigkeit so correct und eindeutig auszudrücken, als die Zerreissungsprobe. Gleichwohl hat man mehr als eine Veranlassung,

neben der reinen Qualitätsbestimmung durch die Zerreissprobe auch jene Proben gelten zu lassen, die die Verarbeitungsfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen, das Verhalten des Materials im fertigen Product oder in der fertigen Construction näher kennzeichnen. Von besonderem Werthe müssen dabei jene Proben bezeichnet werden, bei welchen die Inanspruchnahme während der thatsächlichen Dienstleistung die thunlichste Nachbildung findet. Hierher gehören insbesondere:

die Schmied- und Schweissprobe,
die Biegeprobe im kalten und warmen Zustand,
endlich die Schlag- und Dauerprobe.

Die Zerreissungsprobe in Verbindung mit diesen mechanischen Qualitätsproben, beziehungsweise mit systematisch durchgeführten Dauerproben (bei wiederholten Anstrengungen) vermag allein Aufschluss und Material zu liefern, um früher oder später diejenigen Eigenschaften der Constructionsmaterialien näher zu präcisiren, die im Grunde genommen jeder specielle Verwendungszweck verlangt. Von diesem Gesichtspunkte sind auch die hier niedergelegten Vorschriften und Qualitätsansätze zu beurtheilen; sie nehmen für sich keineswegs den Werth einer endgültigen Erledigung in Anspruch. Vielmehr bleibt es dringend geboten, diese Ansätze und Vorschriften entsprechend den Fortschritten unserer Kenntnisse, entsprechend den Fortschritten der Industrie und des Baugewerbes zeitweise zu revidiren, zu berichtigen und zu ergänzen.

Wie wichtig es ist, neben der Zerreissungsprobe die mechanischen Qualitätsproben am fertigen Product parallel durchzuführen, beweist neuerdings die auf Anregung der schweiz. Eisenbahntechniker-Conferenz unter sehr namhafter Betheiligung der schweiz. Nordostbahn, der Jura-Bern-Luzern-Bahn, der St. Gotthard- und Centralbahn im eidg. Festigkeitsinstitute durchgeführte Untersuchung von Flussstahlschienen.

Im Laufe dieses Jahres sind nämlich in einer grösseren Anzahl, vergleiche die bezügliche Zusammenstellung der Resultate, theils gut bewährte, theils im Betriebe gebrochene oder gespaltene Schienen der schweiz. Eisenbahnen zu Zerreissungsversuchen in die eidg. Festigkeitsanstalt abgeliefert worden. Die Resultate der Proben waren höchst bemerkenswerth und sehr wohl dazu angethan, im Kreise unserer Eisenbahntechniker allerlei Bedenken zu erwecken, die Zerreissungsprobe zu verurtheilen und den Stab über Wöhler's und unsere Methode der Qualitätsbestimmung zu brechen. Bei fraglichen Versuchen wurde die übrigens schon mehrfach be-

obachtete Thatsache constatirt, dass anerkannt brüchige Schienen meist tadellose Zerreissungsproben geben, während umgekehrt Schienen mit gutem Verhalten im Geleise oft ganz schlechte Resultate liefern. Die an im Betriebe gebrochenen, oder am Material brüchiger Schienen ausgeführten Versuche sind durchwegs sehr günstig ausgefallen. Die Festigkeitszahlen liegen in der Nähe von 6,0 *tn* pro cm^2, die Wöhler'sche Summe meist über 95, der Arbeitscoefficient *c* in der Nähe von 1,00 *tn cm*. Dabei sind die Bruchflächen fehlerfrei, fast homogen, grau matt, sammetartig, oft gerändert.

Dass im Betriebe gut bewährte Flussstahlschienen auch bei der Zerreissungsprobe gewöhnlich gute Resultate ergaben ist selbstverständlich. Besondere Aufmerksamkeit verdient daher lediglich die Thatsache, dass solche Schienen bei der Zerreissungsprobe auch zweifelhafte oder ganz schlechte Ergebnisse liefern können, weil darin eine Quelle von Trugschlüssen liegt, die unberechtigter Weise den Producenten schädigen kann. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass gut bewährte Schienen, Schienen von angemessener Festigkeit nicht selten weder die erwartete Contraction noch die erhoffte Dehnung ergeben. Die Bruchflächen zeigen mitunter Blasen; oft waren diese mit freiem Auge kaum wahrnehmbar. In einzelnen Fällen erschien die Bruchfläche scheinbar homogen, mittelkörnig, oft strahlig nach einem Punkte in Nähe der Stabperipherie; stets sah die Bruchfiäche hell weisslich glänzend aus.

Diese Widersprüche der Zerreissungsproben aufzuklären bildete den Gegenstand unserer nächsten Bestrebungen. Von vorneherein musste daran festgehalten werden, dass ein Material, welches lebendigen, dynamischen Kräften, den so ungünstig wiederholten Anstrengungen thatsächlich Widerstand leistet, auch bei der Zerreissungsprobe ein entsprechendes Maass von Arbeitsvermögen ausweisen müsse und dass die constatirten Widersprüche in Structurverhältnissen des Materials zu suchen seien, die weder die Zerreissprobe noch die chemische Analyse aufzuschliessen vermag. Es blieb somit nichts anderes übrig, als die Fabrikation, namentlich die Einflüsse fremder Beimengungen auf die Structurverhältnisse der Stahlblöcke und die Walzarbeit näher zu verfolgen.

Den ersten Anhaltspunkt zu den weitern Studien bot das Ergebniss der parallel mit den Festigkeitsproben durch Herrn Dr. Treadwell im eidg. Polytechnikum ausgeführten Stahlanalysen, die wir hier im Auszuge folgen lassen.

№.	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	Zugfestigkeit *tn* pro *cm*²	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 *cm*	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. *c tn cm*	Bemerkungen
1	0,456	0,449	0,097	0,105	0,056	6,62	7,9	9,0	74,1	0,59	**gutes Verhalten.**
2	0,414	0,463	0,041	0,099	0,076	6,08	30,5	19,1	91,3	1,16	befried. Verhalten.
3	0,210	0,368	0,032	0,038	0,066	4,46	50,5	24,5	95,1	1,09	**gutes Verhalten.**
4	0,241	0,465	0,061	0,083	0,089	5,02	43,3	23,2	93,5	1,16	befried. Verhalten.
5	0,271	0,372	0,036	0,059	0,069	5,85	39,3	21,5	98,0	1,26	**gutes Verhalten.**
6	0,285	0,322	0,184	0,077	0,053	5,76	40,3	21,8	97,9	1,25	befried. Verhalten.
7	0,336	0,615	0,078	0,063	0.052	5,47	43,3	20,5	98,0	1,12	**gutes Verhalten.**
						6,36	6,5	7,9	70,1	0,50	gleiche Schiene.
8	0,112	0,439	0,010	0,160	0,063	4,94	13,8	15,0	63,2	0,74	gleiche Schiene.
						5,00	35,6	22,5	85,6	1,12	
9	0,474	0,589	0,033	0,099	0,079	6,01	4,2	3,3	64,3	0,20	**gutes Verhalten.**
						6,13	4,3	7,1	65,6	0,43	gleiche Schiene.
10	—	—	—	—	—	5,79	7,7	9,7	65,6	0,56	gleiche Lieferung.
						5,91	19,8	18,7	78,9	1,10	gleiche Schiene.
11	0,267	0,501	0,134	0,105	0,045	5,74	40,7	24,0	98,1	1,38	gleiche Schiene.
						5,80	42,0	22,7	100,0	1,32	
12	0,284	0,587	0,339	0,013	0,075	5,52	44,5	22,9	99,7	1,26	**wenig Brüche,** häufig gespalten.
						5,56	46,0	23,7	101,6	1,32	gleiche Schiene.
13	0,314	0,557	0,033	0,093	0,131	5,84	35,9	21,1	94,3	1,23	**abgelaufen.**
						5,90	32,4	17,7	91,4	1,04	gleiche Schiene.
14	0,210	0,675	0,612	0,098	0,082	5,91	49,2	24,0	108,3	1,42	**Querbruch.**
						6,09	46,8	21,0	107,7	1,28	gleiche Schiene.
15	0,113	0,869	0,754	0,162	0,102	6,86	42,3	19,1	110,9	1,31	**Querbruch.**
						6,73	46,4	18,2	113,7	1,22	gleiche Schiene.
16	0,190	0,583	0,234	0,085	0,077	5,76	45,2	23,6	102,8	1,36	**Querbruch.**
						6,00	41,3	23,8	101,3	1,43	gleiche Schiene.
17	0,184	0,902	0,973	0,096	0,070	7,07	25,9	16,9	96,6	1,19	**Querbruch.**
18	0,231	0,852	0,533	0,091	0,053	7,22	32,4	18,8	104,6	1,36	**Querbruch.**
19	0,244	0,554	0,268	0,089	0,052	6,10	7,5	6,0	68,5	0,37	**gutes Verhalten.**
						6,32	21,6	16,0	84,8	1,01	gleiche Schiene.
20	0,398	0,786	0,393	0,168	0,028	8,04	27,1	16,7	107,5	1,34	**Querbruch.**
						7,65	—	—	—	—	gleiche Schiene.
						7,80	36,6	17,7	114,6	1,38	sehr brüchig.
21	0,169	0,359	0,693	0,081	0,088	7,07	18,3	15,2	89,0	1,07	**Querbruch.**
						7,19	36,6	18,5	108,5	1,33	gleiche Schiene.
22	0,123	0,464	0,619	0,088	0,145	6,33	39,2	19,3	102,5	1,22	**abgelaufen.**
						6,30	31,2	16,9	94,2	1,06	gleiche Schiene.

Aus vorstehender Zusammenstellung erhellt, dass Schienen mit gutem oder doch befriedigendem Verhalten im Betriebe, mit oft widersprechendem Verhalten bei Zerreissungsproben aus relativ reinem Manganstahl erzeugt sind. Der Siliciumgehalt steigt ausnahmsweise auf 0,2 %, bleibt jedoch in der Regel unter 0,1 %. Der Phosphor- und Schwefelgehalt liegen gebührend unter 0,1 %. Im Gegensatz hiezu stehen die brüchigen, zum Spalten geneigten Flussstahlschienen; sie zeigen bei wechselndem Mangan und meist niedrigem Kohlenstoffgehalt durchwegs grössere Mengen Silicium, wobei der Phosphor nicht selten über 0,1 % steigt. Hier haben wir es offenbar mit dem s. g. Siliciumstahl zu thun.

Die Manganstahl-Schienen 1 bis 6 unserer Zusammenstellung rühren aus deutschen Stahlwerken her; Sorte 1 und 2 liegt seit 1874, 3 und 4 sowie 5 und 6 seit 1882 auf einer Gebirgsbahn mit sehr lebhaftem Verkehr. Bei Auswahl der Prüfungsobjecte waren die Bahningenieure beauftragt, Schienen, die besonders gut erhalten und solche, die besonders abgenützt erschienen, dem Geleise zu entnehmen und sind die ersten mit ungeraden, die letztern mit geraden Nummern bezeichnet worden.

Völlig übereinstimmende Erfahrungen liegen aus Finnland vor. Anlässlich einer im Jahre 1879 und 1880 erfolgten Uebernahme von Flussstahlschienen der finnländischen Staatsbahn, war der Verfasser beauftragt, die Zerreissungsproben auszuführen. Das Material, theils Hämatit-, theils Thomas-Gilchrist-Stahl ist, wie ein Blick auf die folgende Zusammenstellung lehrt, ein hochgekohlter Manganstahl von

№.	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	Zugfestigkeit *tn* pro *cm*²	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 *cm*	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts-Coefficient	Bemerkungen
1	0,270	0,730	0,050	0,050	0,210	6,49	42,9	21,8	107,8	1,42	Thomas-Stahl.
2	0,400	0,750	0,040	0,090	0,220	6,01	32,0	20,1	92,1	1,21	„
3	0,240	0,730	0,060	0,040	0,110	5,26	45,3	25,5	97,9	1,34	„
4	0,330	0,800	0,020	0,060	0,130	6,52	43,2	20,4	108,4	1,33	„
5	0,410	1,400	0,050	0,040	0,100	6,19	35,0	20,7	96,0	1,28	Hämatit-Stahl.
6	0,400	1,010	0,050	0,040	0,110	6,45	43,2	19,8	107,7	1,28	„
7	0,420	0,980	0,050	0,030	0,080	6,45	42,4	20,2	106,9	1,30	„
8	0,370	1,010	0,080	0,050	0,080	6,42	44,0	19,4	108,2	1,25	„

ausgezeichneter Qualität. Die nach unseren Begriffen sehr strengen, im Werke ausgeführten Schlagproben bestätigen die Qualitätsergebnisse unserer Versuche insoferne, als unter dem Schlagwerke trotz Wendung der Schienen, Brüche nicht erzielt wurden.

Die ganze Lieferung im Betrag von 38 000 Stück ist verlegt und seit ca. 3 1/2 Jahren im Dienstzustande. Ungeachtet der nordischen Kälte ist bis zur Stunde eine einzige dieser Schienen gebrochen und konnte ein eigentlicher Verschleiss durch Abnützung, offenbar in Folge des relativ geringen Verkehrs, derzeit noch nicht constatirt werden.

Wie ausserordentlich zähe und fest der reine Manganstahl ist, beweisen die Proben, die anlässlich einer Uebernahme von 8200 *t* leichter d. h. 22,4 *km* schwerer Schienen der finnländischen Staatsbahn, kürzlich ausgeführt wurden. Herr Ing. Frosterus schreibt uns hierüber:

„Die vorgeschriebene Schlagprobe war ein Schlag von 1 *t* aus 3 *m* Höhe bei 1 *m* freier Auflagerweite. Ich begnügte mich niemals mit einem Schlage, sondern kehrte die Schiene immer um und gab einen zweiten Schlag auf den dünnen Fuss, wiederholte die Procedur sogar mehrmals. Ich führte im Ganzen 456 solcher Proben aus, d. h. 1 % der Lieferung. Dabei brach keine einzige dieser Schienen.“ Die gleichzeitig vorgenommenen chemischen Analysen und Zerreissungsproben ergaben dabei folgende Resultate (Auszug):

№	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	Zugfestigkeit in *tn* pro cm^2	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 *cm*	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts-Coefficient	Anzahl der Schläge	Durchbiegung b. 1. Schlag *cm*	Bemerkungen
1	0,390	0,800	0,028	0,035	0,060	7,30	42,2	20,0	115,2	1,46	2	13,2	Kein Bruch.
2	0,300	0,910	0,040	0,060	0,080	6,06	40,2	23,0	100,8	1,39	4	11,1	„
3	0,320	0,850	0,050	0,050	0,060	5,81	44,2	23,0	102,3	1,34	2	13,5	„
4	0,340	0,890	0,060	0,050	0,070	5,47	44,2	23,0	98,9	1,26	2	15,0	„
5	0,300	—	0,020	0,050	0,070	6,04	46,2	25,0	106,6	1,51	4	11,6	„
6	0,300	0,760	0,030	0,050	0,070	6,74	50,0	25,0	117,4	1,72	3	9,1	„
7	0,320	0,760	0,050	0,050	0,070	6,00	46,2	25,0	106,2	1,50	2	14,2	„
8	—	—	—	—	—	6,04	46,2	24,5	106,6	1,23	4	9,5	„

Diese aussergewöhnlich hohen Qualitätszahlen sind erklärlich, wenn man vernimmt, dass aus jedem Gussblocke 8 Stück 8 *m* Schienen gewalzt wurden!

Auch hinsichtlich des Verhaltens der Siliciumstahlschienen liegen aus Finnland unseren Erfahrungen analoge Beobachtungen vor. Stahlschienen mit einem Gehalt an: Kohlenstoff von 0,106 bis 0,144 %; Mangan von 0,592 bis 0,828 %, Silicium von 0,423 bis 0,435 % haben keine günstigen Resultate ergeben. „Wir haben, schreibt unser Gewährsmann, eine nicht unbedeutende Menge von Brüchen, wobei die Schienen geneigt sind zum Spalten."

Auf einer andern finnländischen Bahn sind vom 18. Januar bis 18. Juni d. J. bei sehr mildem Winter 56 Schienenbrüche vorgekommen. Herr Ingenieur Frosterus hatte 16 Stück dieser Schienen näher geprüft und findet neben sehr bedenklichem Verhalten unter dem Schlagwerke die folgenden, ebenfalls im Auszuge hier mitgetheilten Resultate:

№	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Cuprum	Zugfestigkeit *t* pro *cm*²	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 *cm*	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts-Coefficient	Bemerkungen
1	0,380	0,100	0,390	0,100	—	6,47	43,8	20,5	108,5	1,32	Bruch beim 2. Schlag.
2	—	—	0,230	0,118	—	6,16	40,0	20,5	101,6	1,26	„ „ 1. „
3	—	0,100	0,235	0,083	—	6,16	47,5	21,0	109,1	1,29	„ „ 1. „ in 3 St.
4	0,360	—	0,290	0,139	—	6,16	47,5	21,5	109,1	1,32	„ „ 1. „ „
5	0,340	0,150	0,475	0,138	—	7,13	28,0	18,0	99,3	1,28	„ „ 2. „
6	—	0,250	0,290	0,143	0,250	6,80	40,0	18,5	108,0	1,26	„ „ 2. „
7	—	0,200	0,365	0,143	0,20	7,46	40,0	20,0	114,6	1,49	„ b. 1. Schl. in mehrere St.
8	—	0,150	0,480	0,140	0,20	6,47	36,0	20,0	100,7	1,29	„ „ 3 Stücke.

Abstrahirt man vom Einflusse des Phosphors auf die Brüchigkeit des Materials, so lassen sich im übrigen all' die interessanten Erscheinungen und Widersprüche aus den Structurverhältnissen, welche die Gussblöcke, sei es durch fremde Beimengungen, sei es durch Temperaturverhältnisse des Metallbades beim Abguss oder während der weitern Verarbeitung annehmen können, in natürlichster Weise erklären.

Bekanntlich ist das weichste und reinste Flusseisen das relativ blasenreichste; das kohlenstoffarme, reine Metall verhält sich unruhig beim Abgusse und liefert in Folge seines Gehaltes an Gasen und Oxyden stark poröse, oft löchrige Gussblöcke. Zur Entfernung der Gase und Reduction der Oxyde stehen dem Hüttenmanne mechanische und chemische

Hülfsmittel zur Verfügung. Zu letztern, die wohl die gebräuchlichsten sind, gehören der Kohlenstoff, das Mangan und das Silicium. Jedes dieser Mittel vermag in der That das von Haus aus blasige Flussmetall zu dichten. Hält man fest, dass der reinste gleichzeitig der beste und zuverlässigste Constructionsstahl ist, so folgt naturgemäss, dass bei Verhüttung entsprechend reiner Rohmaterialien es als Ideal der Bessemerei bleiben wird, die Charge abzubrechen, sobald der gewünschte Kohlungsgrad erreicht ist, dem Metallbade blos jene Minima an fremden Stoffen beizugeben, die zur weitern Verarbeitung nöthig sind und die allfällig noch vorhandenen Blasen durch ein möglichst kräftiges Durcharbeiten des Materials unschädlich zu machen. Aus practischen Gründen pflegt man jedoch bis zur Grenze der Entkohlung, bei basischer Zustellung behufs Entphosphorung des Metalles noch weiter zu blasen, das Metallbad durch Zuschläge auf den gewünschten Grad zurückzukohlen und gleichzeitig zu dichten. Dabei kann als feststehend angenommen werden, dass im Allgemeinen das Mangan als solches oder in Verbindung mit dem Kohlenstoffe der Zuschläge (Spiegeleisen, Ferromangan) die Blasen des erstarrenden Ingots nach Innen treibt, das Metall also von Aussen nach Innen dichtet, während das Silicium geradezu entgegengesetzt wirkt. Nach Beobachtungen des Herrn Ing. Sattmann (Eisen und Stahl 1884, Nr. 5, S. 266) scheint auch die Temperatur des Stahlbades beim Abgusse ähnlich zu wirken. Während beim heiss gegossenen Stahl die Bläschen sich in Nähe der Ingotoberfläche gruppiren, gibt der richtig temperirte Stahl Blöcke mit dichtem Kern und einem 3 und mehr *cm* dichten äussern Ring.

Beiliegende Tafel soll im Bilde die beschriebenen Structurverhältnisse der chemisch gedichteten Gussstahlblöcke veranschaulichen. Fig. 1 stellt die Bruchfläche eines Gussblockes dar, dessen äusserer Blasenkranz in Folge geringen Siliciumzusatzes eine wespennestartige Structur angenommen hat ohne im übrigen die Structurverhältnisse des Gussblockes ohne Zusatz der nämlichen Charge wesentlich zu verändern. Der Gussblock zeigt zahlreiche, über die ganze Querschnittfläche zerstreut situirte Blasen, in der Mitte einen ausgesprochenen Lunker.

Der Kohlenstoff des Blockes beträgt ca. 0,14 %; der aus dem Zusatz berechnete Siliciumgehalt 0,057 %.

Fig. 3 stellt die Bruchfläche eines Ingots mit ca. 0,32 % Kohlenstoff (Schienenstahl) und 0,2 % berechneten Siliciumgehalt dar. Man sieht, der Gussblock ist fast dicht; die Blasen-

zone, reducirt auf zahlreiche kleine Poren, umrahmt den Ingot und sitzt hart am Umfang der Bruchfläche. Zwischen der Chargenzusammensetzung der Gussblöcke Fig. 1 und 3 liegt jene des in Fig. 2 abgebildeten Gussblockes. Der Kern desselben ist vollkommen dicht und erscheint dieser dichte Kern umgeben von bienenzellenartig langgestreckten Blasenräumen, von welchen nur einzelne an die Oberfläche des Ingots reichen. Fig. 4 gibt die Bruchfläche eines mit Silicium vollkommen gedichteten Ingots. Der berechnete Silicium- und Mangangehalt beträgt 0,7 % respective 0,76 %. Eine Analyse des Materials ergab:

C = 0,34 %; *Si* = 0,432 %; *Mn* = 0,688 %. Die Differenz an *Si* und *Mn* wurde offenbar zur Reduction der Oxyde verbraucht und ging in Schlacke.

In Fig. 5 und 6 stellen wir Brüche von Manganstahlblöcken dar. In beiden Fällen sieht man den Blasenkranz parallel den Coquillenwandflächen nach Innen gerückt. Der Kern ist nicht vollkommen dicht, während der 6—7 *cm* starke Ring vollkommen blasenfrei erscheint. Der aus dem Zuschlag berechnete Gehalt

	an *Si*	und *Mn*	beträgt:
bei Fig. 5:	0,035 %,	0,870 %.	
„ „ 6:	0,040 „	0,710 „	

Ein durch *Mn* vollkommen gedichteter Stahlblock war in Photographie nicht erhältlich. Die demselben entnommenen Späne ergaben einen

Si-,	*Mn*-Gehalt von
0,016 %,	0,827 %.

Aus Vorstehendem erhellt, dass sowohl durch *Si*- als *Mn*-Zusätze dichte Stahlblöcke erzielt werden können. Da jedoch die Menge der Oxyde als auch die Reaction der Zuschläge keineswegs bei jeder Charge die nämliche ist und man ohne die Ingots zu kratzen und zu brechen mit Sicherheit nicht erkennen kann, ob man es mit einer partiellen oder vollkommenen Silicium- oder Manganwirkung zu thun hat, so bleibt die Gefahr, blasigen Stahl in die Schiene zu bekommen, in keinem Falle gänzlich ausgeschlossen. Während aber Silicium-Zuschläge die Blasen an die Umfassungsflächen der Stahlblöcke treiben, daher unganze Laufflächen und was hinsichtlich der Bruchgefahr der Schiene noch belangreicher ist, in den meist beanspruchten Fasern einen unganzen Fuss geben können, tritt die Blasenzone beim Manganstahl nach der Ingomitte und kann dort w o h l n o c h auf das Resultat der Zerreissungsprobe, nie-

mals aber auf den Werth und die Haltbarkeit des fertigen Productes Einfluss üben. Bringt man schliesslich das Mass der Durcharbeitung des Stahlblocks zur Schiene und die Lage der gestreckten Silicium-Blasen in Anschlag, und berücksichtigt, dass derzeit die Probestäbe zu Zerreissungsversuchen aus der Mitte der Kopffläche herausgearbeitet werden, so muss jedermann einleuchten, wesshalb brüchige, oder im Betriebe gebrochene Schienen in der Regel brillante Zerreissungsproben liefern!

Es würde zu weit führen auch auf das Verhalten des Mangan- und Siliciumstahl's im Feuer und unter der Walze hier näher einzutreten. Unerwähnt darf jedoch nicht bleiben, dass der Siliciumstahl die hohe Temperatur des Manganstahl's nicht verträgt, somit alle Nachtheile in sich birgt, die der relativ kalten Walzerei eigenthümlich sind. Der Siliciumstahl bedingt grosse Gewandtheit und Aufmerksamkeit der Feuerhaltung im Rollofen wie im Schweissofen. Warme Siliciumstahlblöcke werden schon beim Vorblocken gerne Kanten- und und Flächenrissig und können die feinen, verwalzten, an der Schienenoberfläche kaum wahrnehmbaren Haarrisse mit zur Brüchigkeit der Silicium-Schiene beitragen.

All' dies sind bekannte, dem Hüttenmanne geläufige Thatsachen. Sie sprechen offenkundig gegen jedes einseitige Decretiren von Lieferungsbedingungen und warnen vor übertriebener Steigerung der Qualitätsvorschriften (nicht zu verwechseln mit den Qualitätsvorschriften für fertige Waare), die den Fabricanten zwingen, zum Nachtheile der öffentlichen Sicherheit, zu künstlichen Hülfsmitteln Zuflucht zu nehmen, um seine Erzeugnisse der Gefahr der Zurückweisung zu entreissen. Wir haben alle Ursache, den Versicherungen einzelner, objectiv denkender Hüttenmänner Glauben zu schenken, dass die Werke oft gegen ihr eigenstes Interesse, je nach dem Standpunkte der Bahnverwaltung und des Uebernahmsbeamten bald auf gute Schienen, bald l e d i g l i c h auf gute Zerreissungsproben zu arbeiten bemüssigt sind.

Aus vorstehender Darlegung erhellt zur Genüge, dass die anlässlich der Discussion der Resultate unserer Festigkeitsproben, der Methode und den Qualitätsansätzen gemachten Vorwürfe vollständig unbegründet sind. Im Gegentheil müsste jede Methode der Qualitätsbestimmung als herzlich schlecht bezeichnet werden, die Verhältnisse, wie die vorliegenden, nicht mit der nöthigen Zuverlässigkeit zur Geltung brächte. Nicht die Methode, wohl aber die Art ihrer Benutzung und die

Urtheilsfällung sind falsch. Man hüte sich vor jedem einseitigen Vorgehen und prüfe die Schiene, der oft hunderte von Menschenleben anvertraut sind, so einlässlich und weitgehend als überhaupt möglich. Die Zerreissungsprobe bleibt zur Feststellung der Materialqualität unerlässlich; weil sie jedoch das fertige Product nicht mit der nöthigen Sicherheit zu kennzeichnen vermag, wird der wohl organisirten Schlagprobe im Sinne unseres Gutachtens an die Generalversammlung des Schweiz. Ingenieur- und Architecten-Vereins vom Jahre 1883 bis auf Weiteres eine massgebende Bedeutung beizumessen sein. Es ist selbstverständlich, dass Schienen einer Charge, die in jeder Hinsicht tadelloses Verhalten zeigen, unbeanstandet zu übernehmen sind. Die Uebernahme hätte aber auch dann Platz zu greifen, wenn die Schienen, wie dies bei Manganstahl vorkommen kann, neben wechselnd guten Zerreissproben, durchwegs günstige Schlagproben ergeben. Die Zerreissprobe allein kann derzeit kein sicheres Kriterium für den Werth der Schiene beanspruchen. Vollends werthlos, den Producenten unberechtigter Weise schädigend, ist die neuerdings aufgetauchte Mikrobensucherei in den Bruchstücken von Zerreissungsproben. An Stelle dieses zweifelhaften Verfahrens zur Aufklärung der Widersprüche der Zerreissproben scheint es viel rathsamer, sachlich ungleich correcter die Schiene selbst hinsichtlich ihres Verhaltens gegen lebendige Kräfte, insbesondere Schlag- und Stosswirkungen gründlich zu untersuchen.

Auch die Art der Entnahme von Probestäben zu Zerreissungsversuchen, die bekanntlich ganz willkürlich aus der Mitte des Schienenkopfes erfolgt, bedarf im Interesse der richtigen Beurtheilung der obwaltenden Verhältnisse, einer gründlichen Reform. Durch die Zerreissprobe sollte doch mindestens constatirt werden, ob der der Abnützung unterworfene Theil der Kopffläche und die meist beanspruchten Fasern des Schienenfusses gesundes Material von vorgeschriebener Qualität enthalten. Es empfiehlt sich daher, vom jetzigen Usus abzuweichen und aus jeder zur Probe bestimmten Schiene Flachstäbe mit 2,5 bis 3.5 cm^2 Querschnittsfläche, aus der unmittelbaren Nähe der Lauffläche und der äussersten Fasern des Fusses herauszuarbeiten und an diesem die Qualitätsprobe auszuführen. Damit umgeht man die eventuell vorhandene Zone der Manganblasen, tritt dafür in jene der gefährlichen Silicium- resp. heissen Stahl-Blasen und gewinnt den Vortheil, ein zuverlässiges Material zur Beurtheilung des Zusammenhangs zwischen der Materialqualität und den Effecten der Schlagversuche, zwischen

Materialqualität und dem Verschleiss der Schiene durch Abnutzung, Quetschungen etc. etc. zu erhalten.

Bei Abfassung von Pflichtheften für Lieferung von Eisenbahnmaterialien sollte all' diesen Beobachtungen gebührend Rechnung getragen werden. Insbesondere wäre anzurathen, die schädliche Beimengung an Silicium, Phosphor und Schwefel, durch Feststellung einer zulässigen obern Grenze, wofür etwa 0,1% anzusetzen wäre, einzudämmen; die Nachweisleistung des Einhaltens dieser Grenze müssen wir aus Gründen, die jeder Schmied kennt, der Qualitätsprobe gleichwerthig bezeichnen. Hinsichtlich der Härtungs- und Dichtungsmittel, also bezüglich des für Schienen wünschbaren Procentzusatzes an Kohlenstoff und Mangan enthalten wir uns, angesichts der widersprechenden Erfahrungen, die über die Abnützung weicher und harter Schienen vorliegen, derzeit jeder Kundgebung.

I. Abtheilung.

Eisen und Stahl.

Einheitliche Nomenclatur
des technisch verwerthbaren kohlenstoffhaltigen Eisens.

Die durchgreifenden Veränderungen, die die Fabrication specieller Sorten des kohlenstoffhaltigen Eisens durch Erfindung des Bessemer- und Thomas-Gilchist-Processes, sowie durch Einführung des Siemens-Martin-Verfahrens erlitt, machten eine neue, die Art der Herstellung und die Beschaffenheit des Products kennzeichnende Nomenclatur nöthig. Sie ist gelegentlich der Ausstellung zu Philadelphia durch das internationale Comité, bestehend aus den Herren

Holley & Egleston,	Vertreter	Amerikas,
L. Bell,	„	Englands,
Prof. Gruner,	„	Frankreichs,
Beckermann,	„	Schwedens,
Prof. P. v. Tunner,	„	Oesterreichs,
Bgr. Dr. Wedding,	„	Deutschlands

entworfen und seither in den meisten Eisen producirenden und consumirenden Ländern adoptirt worden; es bleibt zu wünschen, dass auch in der Schweiz die gleiche Nomenclatur allgemein benützt werde.

Die Grundlage der neuen Nomenclatur bildet die Uebereinkunft, dass

1. alle schmiedbaren Verbindungen des Eisens mit den gewöhnlichen Bestandtheilen, welche aus erweichten Massen oder Packeten oder in irgend einer Form und Gestalt *ausserhalb des flüssigen Zustandes* dargestellt worden sind, sich nicht merklich härten und tengern lassen,

und die gewöhnlich dem ähnlich sind, was bisher als Schmiedeisen bezeichnet worden ist, sollen in Zukunft *Schweisseisen* (Weld iron, fer soudé) genannt werden;

2. Verbindungen der soeben bezeichneten Art, welche aus irgend einer Ursache *gehärtet* und getengert werden können, welche sonach ähnlich dem sind, was bisher Puddelstahl genannt wird, sollen in Zukunft als *Schweissstahl* (Weld steel, acier soudé) bezeichnet werden;
3. alle Verbindungen des Eisens mit den gewöhnlichen Bestandtheilen, welche in *flüssigem* Zustande in schmiedbare Massen gegossen worden sind und die nicht merklich gehärtet werden können, sollen in Zukunft mit dem Namen *Flusseisen* (Ingot iron, fer fondu) belegt werden;
4. alle Verbindungen der zuletzt bezeichneten Art, welche sich aus irgend einem Grunde härten lassen, sollen fortan als *Flussstahl* (Ingot steel, acier fondu) bezeichnet werden.

Nach Annahme der vorstehenden Bezeichnungen ordnen sich die gebräuchlichen Eisenarten nach ihrer Herstellungsweise wie folgt:

a) *Roheisen*, unmittelbar aus dem Hochofen hergestelltes Eisen.

b) *Gusseisen*, umgeschmolzenes Roheisen.

c) *Schweisseisen* umfasst: Renneisen, Herdfrischeisen, Puddeleisen, geschweisstes Packeteisen; überhaupt Schmiedeisen und Walzeisen.

d) *Schweissstahl* umfasst: Rennstahl, Herdfrischstahl, Puddelstahl, Cementstahl, Gärbstahl.

e) *Flusseisen* umfasst: Bessemer- und Thomas-Gilchist-Eisen, Siemens-Martin-Eisen.

f) *Flussstahl* umfasst: Bessemer- und Thomas-Gilchist-Stahl, Siemens-Martin-Stahl, Tiegelgussstahl.

Classification des kohlenstoffhaltigen Eisens.

Im Anschluss an die vorstehende Nomenclatur lassen wir den Entwurf einer, nach der Verwendungsart und der physikalischen Beschaffenheit des kohlenstoffhaltigen Eisens geordneten Classification folgen.

Bei Abfassung vorliegenden Entwurfs war der leitende Gedanke das Bestreben, eine systematische Gruppirung der unterschiedlichen, im Handel befindlichen Eisensorten zu liefern und anschliessend hieran den vielfachen von Seiten unserer Technikerschaft gestellten Begehren nach brauchbaren Qualitätsansätzen für Submissionszwecke, zu entsprechen.

Das Material in inniger Beziehung mit seiner heutigen Verwendung zu ordnen schien um so rathsamer, als einerseits innerhalb dem Rahmen einer Classification nach Qualitäts-Classen speciellen Anforderungen nicht entsprochen werden konnte, anderseits die Nachtheile und laut gewordenen Bedenken hinsichtlich des Einflusses einer starren Classification nach Qualitäten auf die Entwickelung der Eisenindustrie und des Baugewerbes dahin fallen.

Wir empfehlen, das technisch verwerthbare Eisen in drei Hauptgruppen zu bringen, nämlich:

I. Constructionsmaterialien.

Gruppe I umfasse die im Maschinen-, Brücken- und Hochbau verwendeten Eisensorten, die Materialien der Dampfkessel, Leitungsröhren, Drahtseile etc. etc., also alle Eisen- und Stahlsorten solcher Constructionen, welche wiederholten mehr oder weniger dynamischen Belastungen ausgesetzt, neben *Festigkeit* ein besonderes Maass von *Zähigkeit* fordern.

II. Eisenbahnmaterialien.

Hieher gehören vom Eisenbahn-Oberbau die Schienen, Schwellen, Schienenbefestigungsmittel; vom Rollmaterial die Wagenachsen, Radbandagen etc. Gruppe II umfasst Materialien, welche durch ihre specielle Verwendungsart gleichfalls neben *Festigkeit* ein zweckdienliches Maass von *Zähigkeit* fordern, um einerseits die Bruchgefahr, anderseits die Abnützung auf ein Minimum zu reduciren.

III. Specielle Handelsmaterialien.

In diese Gruppe gehören alle unter I und II nicht aufgeführten Eisensorten; sie dienen entweder speciellen Zwecken, wie Fasseisen, Dach-, Verkleidungs-, Reservoirbleche, Messer-, Sensen-, Werkzeugstahl, oder sie werden aus Gründen leichter Formgebung, Widerstandsfähigkeit gegen Einflüsse der Atmosphärilien u. d. m. zu decorativen, baulichen und gewerblichen Zwecken, also zu Geländern, Treppen, Einfriedungen, Schlosserwaaren, Möbeln verwendet.

Handelsmaterialien dieser Art fallen hier ausser Betracht und werden nicht weiter angeführt.

Die Eintheilung vorstehender Gruppen erfolgt im Sinne der einheitlichen Nomenclatur nach 3, durch die Art ihrer Erzeugung und die physikalischen Eigenschaften der Eisensorten characterisirten Richtungen, nämlich nach:

1. *Gusseisen,*
2. *Flusseisen,*
3. *Schweisseisen.*

Dabei berücksichtigen wir vorwiegend das Gusseisen, den Fluss-Stahl und das Schweiss-Schmiedeisen, da einerseits der Schweiss-Stahl, zur Massenproduction weniger geeignet, durch den Fluss-Stahl allmälig vom Eisenmarkte verdrängt wurde, anderseits das Fluss-Schmiedeisen aus Gründen der relativ kostspieligen Herstellung und seiner noch zweifelhaften Schweissbarkeit sich der Zeit keiner ausgedehnten Anwendung erfreut. Indessen sei bemerkt, dass schweissbare und nicht härtbare Fluss-Schmiedeisensorten hinsichtlich Festigkeit und Zähigkeit die besten Schweisseisenmarken übertreffen.

Zusammenfassend würde sich also die Classification wie folgt gestalten:

I. Gruppe. Constructionsmaterialien.

1. *Gusseisen.*

a) Bau- und Maschinenguss.
b) Hartguss.

2. *Flusseisen.*

a) Fluss-Stabeisen.
b) Flusseisenblech.
c) Flusseisendraht.

3. Schweisseisen.

a) Stab- und Rundeisen.
b) Flach- und Façoneisen.
c) Eisenblech.
d) Eisendraht.

II. Gruppe. Eisenbahnmaterialien.

1. Gusseisen.

Identisch mit I, 1.

2. Flusseisen.

a) Schienen.
b) Schwellen.
c) Wagenachsen.
d) Radbandagen.
e) Laschen und Unterlagsplatten.
f) Bleche.

3. Schweisseisen.

a) Schwellen.
b) Schienenbefestigungsmittel.

Unter zu Grundelegung der einheitlichen Nomenclatur und Gruppirung des kohlenstoffhaltigen Eisen gestalten sich nun die Qualitätsansätze wie folgt:

A. Schweisseisen,

mit vier Qualitätsclassen.

I. Qualität.

Qualitätscoefficient $c = 0{,}70$ *tn cm*

II. Qualität.

Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*

III. Qualität.

Qualitätscoefficient $c = 0{,}30$ *tn cm*

IV. Qualität.

Qualitätscoefficient $c = 0{,}18$ *tn cm*

B. Flusseisen,

vorläufig mit einer Qualitätsclasse für das Fluss-Schmiedeisen und den Flussstahl.

Qualitätscoefficient $c = 0{,}90$ *tn cm*

Hinsichtlich der Qualitätsansätze für das Schweisseisen ist nichts Bemerkenswerthes anzuführen. Die Bildung der Qualitätsclassen nach Anzahl und Höhe der eingrenzenden Qualitätscoefficienten ist billigen Forderungen angepasst und entspricht im grossen Ganzen dem Stande des Eisenhüttenwesens unserer Tage. Im Vergleich mit den Ansätzen der deutschen Hüttenleute werden einige Abweichungen zu Gunsten der consumirenden Kreise wahrgenommen werden, was indessen um so weniger befremden kann, als die fraglichen Ansätze das specifische Interesse der genannten Hüttenleute auszudrücken bestimmt sind. Indessen sind die Abweichungen nicht erheblich.

Anders verhält sich die Sache mit dem Flusseisen. Leider hat der disponible Raum der beigelegten Tafel nicht gestattet, eine Uebersicht über die Lage der weichen Flusseisensorten (Flussschmiedeisenbleche, Stabeisensorten etc.) zu geben und sehen wir uns daher veranlasst, erläuternd beizufügen, dass dieselben vermöge ihrer grössern Zähigkeit und geringern Festigkeit das Gros der auf der Tafel 1 angegebenen Punkte naturgemäss nach Links oben ergänzen und ausnahmslos über die in die Tafel eingetragene Grenze der Qualitätsclasse (c = 0,90 *tn cm*) fallen.

Während nun graphische Darstellungen der gleichen Versuche nach Bruchmodul und Contraction keine Gesetzmässigkeit an's Licht förderten, erscheint hier durch die Art und die Richtung der Gruppirung der Versuchsresultate das Princip unserer Classification in grossen Zügen bestätigt. Ein Stück einer Hyperbel für die Constante c = 0,90 *tn cm* unterspannt ungezwungen mit nicht unbedeutendem Spielraume das Gros dieser Versuchsresultate und darf die angewandte Constante um so eher zum Qualitätscoefficienten vorgeschlagen werden, als die meisten auf beiliegendem Blatte verzeichneten Resultate Dehnungen bezüglich Versuchsstäbe von 24 bis 25 *cm* ursprünglicher Länge enthalten, während unser Normalversuchsstab nach Vorschlag der deutschen Hüttenleute 20 *cm* zwischen den Körnern misst.

Im Vergleiche zu den Vorschlägen der deutschen Hüttenlehre erscheint dieser Qualitätscoefficient etwas zu hoch gegriffen. Trägt man jedoch die minimalen Dehnungsansätze der genannten Hüttentechniker in das gleiche Blatt und bemerkt, dass durch diese Ansätze der Consument thatsächlich nahezu alles zu übernehmen verpflichtet wird, was überhaupt erzeugt

wird, so wird man unsere Abweichungen zum mindesten berechtigt finden.

In den Rahmen vorstehender Classification reihen sich nun unsere modernen Constructions- und Eisenbahnmaterialien in natürlichster Weise schon desshalb ein, weil speciellen Anforderungen und Bedürfnissen durch Festsetzung der Festigkeitsverhältnisse jeder Spielraum offen gelassen ist.

I. Gruppe. Constructionsmaterialien.

1. Gusseisen.

Für Gusseisen liegen zur Zeit genügende Erfahrungen nicht vor, um Qualitätsansätze zu machen.

2. Flusseisen.

Zu Constructionszwecken sollte nur solches Flusseisen verwendet werden, dessen Kohlenstoffgehalt unter 0,15%, dessen Phosphor-, Silicium- und Schwefelgehalt unter je 0,1% liegt.

a) Stabeisen.

Für Flussstab- und Rundeisen liegen hier keine genügenden Erfahrungen vor.

b) Kesselbleche.

Die gelieferten Bleche müssen vollkommen rein und fehlerfrei gewalzt, also frei von Anrissen, Defecten, eingewalzten Schiefer, Blasen, Chamotte etc. sein und sich im kalten Zustande falten, auf dunkle Kirschrothglut erhitzt, hierauf in Wasser von 25° Celsius abgeschreckt, um einen Dorn gleich der 1½fachen Blechstärke um 180° biegen lassen, ohne zu brechen.

Die Bleche müssen die vorgeschriebenen Maasse bis auf 1 *cm* Toleranz nach Breite und Länge und höchstens 5% in der Dicke aufweisen.

Gewichtsdifferenzen bis auf ± 3% dürfen beim Verwiegen grösserer Partien nicht beanstandet werden.

Zur Probe auf Zugfestigkeit werden nach Anleitung von Fig. 6 und 7 Versuchsstäbe von 3,0 bis 3,5 cm^2 Querschnitt und 20 *cm* Länge zwischen den Körnern kalt herausgearbeitet.

Für jede Probe sind mindestens zwei Versuchsstücke in der Längsrichtung und gleich viel Stäbe quer dazu herzurichten.

Für die Längsrichtung hat das Material
einen min. Qualitätscoefficienten von $c = 0{,}90$ *t cm*,
eine Zugfestigkeit von 3,6 bis 4,6 *tn* pro *cm* auszuweisen.

Für die Querrichtung ist, bei gleicher Festigkeit, der Qualitätscoefficient zu: $c' = 0{,}80$ *tn cm* anzunehmen. Hinsichtlich der Entnahme und Zurichtung der Probestücke, vergl. No. 3, Alinea C.

c) Flusseisendraht.

Für Flusseisendraht liegen zur Zeit genügende Erfahrungen für Qualitätsansätze nicht vor.

3. Schweisseisen.

a) Stab- und Rundeisen.

1. Nietmaterial, Prima Schraubeneisen.

Nietmaterial bis 3,0 *cm* Dicke muss sich kalt um einen Dorn mit einem Durchmesser gleich der Rundeisenstärke zu einer Schleife biegen, und sollen Stücke von einer Länge gleich dem doppelten Durchmesser auf ein Drittel dieser Länge sich stauchen lassen, ohne Risse zu zeigen.

Für Nietmaterial und Prima-Schraubeneisen ist der
min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}70$ *tn cm*
und eine min. Zugfestigkeit von $\beta = 3{,}8$ *t* pro cm^2
maassgebend. Von jeder zu prüfenden Stange sind mindestens 2 Probestücke kalt herauszuarbeiten.

2. Gewöhnliches Schrauben-, Stab-, Mutter- und Nageleisen, Rundeisen für Maschinen-, Brücken- und Dachstuhlbestandtheile.

Stabeisen von 3,0 bis 5,0 *cm* Breite auf 2,0 *cm* Dicke oder Rundeisen bis 3,0 *cm* Dicke sollen sich zu einer Schleife, mit einem lichten Durchmesser gleich der doppelten Dicke des Eisens biegen lassen.

Von jeder zu untersuchenden Stange sind mindestens 2 Probe-Stücke kalt herauszuarbeiten.
min. Qualitätscoefficient des Materials $c = 0{,}45$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}5$ *t* pro cm^2

Für Prima Stabeisen über 2,0 *cm* Dicke, sowie für Rundeisen über 3 *cm* Durchmesser sind die Qualitätsansätze für ordinäre Rund- und Stabeisen maassgebend.

3. Ordinäre Rund- und Stabeisen.

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}30$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}4$ *t* pro cm^2.

Hinsichtlich Form und Abmessungen der Versuchsstäbe für die Zerreissungsproben von Rund- und Stabeisen geben im Allgemeinen Fig. 1 bis 7 Aufschluss: Dehnungen beziehen sich stets auf 20 *cm* ursprünglicher Stablänge zwischen den Körnern.

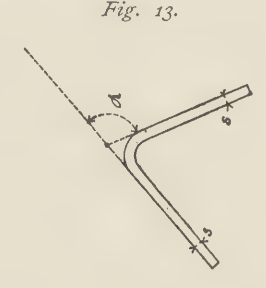
b) Façoneisen.

Winkel-, ⊥, I, ⅂, [und Zoreseisen.

Die gestellten Façoneisen müssen vollständig glatt und rein gewalzt sein, dürfen weder Quer- und Längsrisse, Schlackennester, Brandstellen, eingewalzte Schiefer oder Chamotte, noch Spuren von Schlägen oder Stempelwirkungen der Geraderichtmaschinen zeigen.

Sämmtliche Façoneisen können bis auf 0,5 *cm* Toleranz in der Länge nach Maass geschnitten verlangt werden.

Fig. 13.



Herausgeschnittene Längsstreifen mit abgerundeten Kanten von 3,0—5,0 *cm* Breite müssen um einen Dorn von 2,6 *cm* Durchmesser nach Maassgabe folgender Tabelle kalt gebogen werden können, ohne deutlichen Bruch im metallischen Eisen zu ergeben. In keinem Falle darf der zur Biegung zu verwendende Streifen den Dorn in der Höhe überragen.

Dicke des Streifens	Winkel α
s = 0,8 bis 1,1 *cm*	50°
1,2 „ 1,5 „	35°
1,6 „ 2,0 „	25°
2,0 „ 2,5 „	15°

Für die Zerreissungsprobe, die an kalt herausgearbeiteten Versuchsstäben von der Form Fig. 6 oder 7 und einem min. Querschnitt des appretirten Theiles von 3—3,5 cm^2 vorgenommen werden soll, ist

der min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}5$ *t* pro cm^2

solange maassgebend, als die Stärke der angeführten Eisensorten 1,8 *cm* nicht überschreitet. Für letztere sind bei kalt herausgearbeiteten Versuchsstäben

der min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}30$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}4$ *tn* pro cm^2

anzusetzen.

Von jedem zu probirenden Façoneisen ist ein Stück von 40 *cm* Länge abzuschneiden und daraus je nach der Profilform 2 bis 3 Proben kalt herauszuarbeiten.

Absolut unstatthaft ist die Feststellung der Qualität eines ⊥, ⅂ oder [Eisens auf Grund einer aus der Stegmitte entnommenen Probe.

c) Bleche.

1. Kesselbleche.

Die gelieferten Kesselbleche müssen vollkommen rein und fehlerfrei gewalzt, also frei von Anrissen, Blasen, Beulen, Schlackennestern oder Brandstellen sein und dürfen keine eingewalzten Schiefer oder Chamotte zeigen.

Sämmtliche Bleche müssen die vorgeschriebenen Maasse bis auf 1 *cm* Toleranz nach der Breite und Länge und 5 % in der Dicke nachweisen.

Gewichtsdifferenzen bis auf $\pm$ 3 % gegenüber der Rechnung dürfen beim Verwiegen grösserer Partien nicht beanstandet werden.

Streifen für die Biegeproben sollen abgerundete Kanten und ca. 4 bis 5 *cm* Breite haben; sie dürfen in keinem Falle den zur Biegung verwendeten Dorn in der Höhe überragen.

In kaltem Zustande um einen Dorn von 2,6 *cm* Durchmesser gebogen, soll der Winkel α, vid. Fig. 5 betragen:

Blechdicke	Feuerblech		Bördelblech		Mantelblech	
	Langfaser	Querfaser	Langfaser	Querfaser	Langfaser	Querfaser
0,6—0,7 *cm*	110°	90°	80	50	50	30
0,8—0,9 „	100	80	70	40	45	25
1,0—1,1 „	90	70	60	35	40	20
1,2—1,3 „	80	60	50	30	35	15
1,4—1,5 „	75	50	40	25	30	12
1,6—1,7 „	70	40	35	20	25	10
1,8—1,9 „	65	35	30	15	20	8
2,0—2,1 „	60	30	25	10	15	5

Für die Warmbiegeprobe, die in Kirschroth warmem Zustande zu erfolgen hat, gelten folgende Ansätze:

für Feuerblech in der Langfaser: 180°
Querfaser: 180°
für Bördelblech in der Langfaser: 150°
Querfaser: 120°
für Mantelblech in der Langfaser: 110°
Querfaser: 80°

Ein Streifen gilt als gebrochen, wenn sich an der Biegungsstelle deutlicher Bruch im metallischen Eisen zeigt.

Zur Probe auf Zugfestigkeit sollen nach Anleitung der Fig. 6 oder 7 Versuchsstäbe von 3,0—3,5 cm^2 Querschnitt und 20 *cm* Länge zwischen den Körnern kalt und zwar derart aus einem entsprechend breiteren Streifen herausgearbeitet werden, dass die Wirkung des Scheerschnittes oder Aushauens zuverlässig beseitigt ist.

Aus jeder zu probirenden Blechtafel sind mindestens zwei Versuchsstücke in der Walzrichtung, gleichviel Stücke quer dazu kalt herauszuarbeiten.

Für Feuerblech:

für die Langfaser: min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}70$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}5$ *tn* pro cm^2
für die Querfaser: Red. min. Qualitätscoefficient $c' = 0{,}43$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}3$ *tn* pro cm^2

Für Bördelblech:

für die Langfaser: min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}4$ *tn* pro cm^2
für die Querfaser: Red. min. Qualitätscoefficient $c' = 0{,}28$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}2$ *tn* pro cm^2

Für Mantelblech:

für die Langfaser: min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}26$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}2$ *tn* pro cm^2
für die Querfaser: Red. min. Qualitätscoefficient $c' = 0{,}15$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 2{,}9$ *tn* pro cm^2

2. Universaleisen.

Zur Probe auf Zugfestigkeit werden aus jedem zu prüfenden Universal-Eisen 2 Versuchsstäbe für die Längsrichtung nach Anleitung Fig. 6 kalt herausgearbeitet. Dieselben erhalten auf eine Länge von mindestens 20 *cm* 3,0 bis 3,5 cm^2 Querschnitt. Bis zu einer Dicke des Universaleisens von 1,6 *cm* sind folgende Ansätze einzuhalten:

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}5$ *tn* %

3. Trägerbleche.

Hierher gehören sämmtliche Bleche mit einer ausgesprochenen Längsrichtung, wie Gurtungsbleche, Stehbleche genieteter Blechbalken, Knotenbleche, Well- und andere Belagsbleche von höchstens 1,6 *cm* Dicke.

Aus Blechtafeln kalt herausgearbeitete Probestäbe von 4,0 bis 5,0 *cm* Breite mit abgerundeten Kanten müssen um einen Dorn von 2,6 *cm* folgende Biegung aushalten, vid. Fig. 13:

Blechdicke	Für die Walzrichtung	Für die Querrichtung
s = 0,8 bis 1,1 *cm*	$\alpha = 50^0$	25^0
1,2 „ 1,4 „	40^0	20^0
1,6 „ 2,0 „	30^0	15^0
2,1 „ 2,5 „	20^0	10^0

In keinem Falle dürfen die zur Probe verwendeten Streifen in der Höhe den Biegungsdorn überragen.

Zur Probe auf Zugfestigkeit werden nach Anleitung Fig. 6 oder 7 Versuchsstäbe von 3,0—3,5 cm^2 Querschnittfläche und einer Länge von 20 *cm* zwischen den Körnern geliefert. Von jeder zu prüfenden Blechtafel sind für die Längs- und Querrichtung 2 Probestäbe kalt herauszuarbeiten.

Für die Zugrichtung parallel zur Faser soll:

der min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*
minimale Zugfestigkeit $\beta = 3{,}4$ *tn* betragen.

Von einer Qualificirung der Bleche über 1,6 *cm* Dicke wird, wegen der Unmöglichkeit gleichwerthiger Durcharbeitung unter der Walze, zur Zeit Abstand genommen.

Für Bleche mit schiefen Wandspannungen, also für Stehbleche, Mittelrippen genieteten Vollwandträger sind Festigkeit und Qualitätscoefficient für die Querrichtung vorzuschreiben. Als maassgebend wird angenommen:

a) für Bleche, deren Länge die $1^1/_2$ fache mittlere Breite nicht überschreitet:

ein Qualitätscoefficient $c = 0{,}15$ *tn cm*
minimale Zugfestigkeit $\beta = 3{,}0$ *tn* pro cm^2.

b) Für Bleche, deren Länge grösser ist, die $1^1/_2$ fache mittlere Breite:

ein min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}10$ *tn cm*
minimale Zugfestigkeit $\beta = 2{,}8$ *tn* pro cm^2.

II. Gruppe. Eisenbahnmaterialien.

1. Gusseisen.

Vid. I. Gruppe, Art. 1.

2. Flusseisen.

Vid. I. Gruppe, Art. 2, lin. *a* und *b*.

c) Flussstahlschienen.

Die gestellten Schienen müssen vollkommen rein und glatt, vor allem symmetrisch zur Mittellinie gewalzt sein; sie dürfen keine Fehler, also keine Quer- und Längsrisse, Brandstellen, Spuren von Nacharbeiten, wie Verstemmen, Ausmeisseln, Verkitten schadhafter Stellen oder Spuren der Stempelwirkungen der Geraderichtmaschinen zeigen.

In der Schienenhöhe sind Abweichungen von $\pm$ 0,50 *mm*, am Schienenfusse $\pm$ 1 *mm* zulässig; ebenso ist eine Abweichung der vorgeschriebenen Schienenlänge von höchstens $\pm$ 3 *mm* zu gestatten. Gewichtsunterschiede von $\pm$ 3 % gegen die Rechnung sollen beim Verwiegen grösserer Partien nicht beanstandet werden.

Zur Ermittlung der Materialqualität ist mindestens $^1/_2$% der gestellten oder gleichzeitig fabricirten Schienenpartien, bei kleinern Theil- oder Nachlieferungen ein Stück auszuwählen und folgenden Proben zu unterwerfen:

Schlagproben sollen nur mit Schienenstücken ausgeführt werden, welche nicht geklingt oder gebohrt und deren Enden nicht über $^1/_2$ *m* über die Auflagsstellen hinausreichen.

a) Schienen von über 30 *kg* pro l. Meter und über 13,0 *cm* Höhe sollen 2 Schläge mit einem Fallbär von 600 *kg* aus einer Höhe von 5 *m* bei 1 *m* freien Auflagern ohne Bruch aushalten.

b) Schienen von 27,5 bis 30 *kg* pro l. Meter und circa 12,0 *cm* Höhe 2 Schläge mit einem Fallbär von 600 *kg* aus einer Höhe von 3,25 *m* bei 1 *m* freien Auflagern ohne Bruch.

c) Schienen von 23 bis 27 *kg* pro l. Meter und circa 11,0 *cm* Höhe 2 Schläge mit einem Fallbär von 600 *kg* aus einer Höhe von 2,5 *m* bei 1 *m* freien Auflagern ohne Bruch.

d) Schienen im Gewichte von 20 bis 24 *kg* pro l. Meter und circa 10,0 *cm* Höhe 2 Schläge mit einem Fallbär von 600 *kg* aus einer Höhe von 2,0 *m* bei 1 *m* freien Auflagern ohne Bruch.

Zur Probe auf Zugfestigkeit ist aus jeder zu prüfenden Schiene nach Anleitung Fig. 7 aus der unmittelbaren Nähe der Lauffläche und den äussersten Theilen des Fusses, je ein Stück kalt herauszuarbeiten, wobei die Trennung des Kopfes und Fusses vom Schienensteg durch Fraisen oder Stanzen zu geschehen hat.

Maassgebend sind:

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}90$ *tn cm*
Zugfestigkeit $\beta = 5{,}0$ bis $6{,}5$ *t* pro cm^2.

d) Flusseisenschwellen.

Allgemeine Bestimmungen hinsichtlich Beschaffenheit der Oberfläche vide „Flussstahlschienen".

Zur Ermittlung der Materialqualität ist mindestens $^1/_2$ % der zur Abnahme gestellten oder gleichzeitig fabricirten Schienenpartien, bei kleinen Theil- oder Nachlieferungen ein Stück auszuwählen. Von jeder zu prüfenden Schwelle sind nach Anleitung von Fig. 6 oder 7 zwei Probestäbe kalt herauszuarbeiten.

Maassgebend sind:

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}90$ *tn cm*
Zugfestigkeit $\beta = 4{,}0$ bis $5{,}5$ *tn* pro cm^2.

e) Flussstahlradreifen.

Aeussere Beschaffenheit wie bei Flussstahlschienen.

Zur Ermittlung der Materialqualität ist mindestens $^1/_2$ % der gestellten oder gleichzeitig fabricirten Radreifenpartien, bei kleinern Theil- oder Nachlieferungen ein Stück auszuwählen und folgenden Proben zu unterwerfen:

Schlagprobe. Die Radreifen müssen ohne Bruch drei Schläge eines Fallbär's von 600 *kg* aus einer Höhe von 5 *m* aushalten.

Zur Probe auf Zugfestigkeit sind aus jedem zu prüfenden Radreifen nach Anleitung der Fig. 7 2 Versuchsstücke aus der unmittelbaren Nähe der Laufflächen herauszuarbeiten. Zu diesem Ende werden die herausgestanzten oder gefrästen Stücke bei einer gleichmässigen Kirschrothglüh-Hitze unter Hammerschlägen oder einer Presse gerade gestreckt und hieraufmöglichst allmälig abgekühlt.

Für die Materialqualität sind maassgebend:

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}90$ *tn cm*

Zugfestigkeit:

Für Radreifen, die durch Bremsen gestellt werden:

$$\beta = 4{,}5 - 5{,}5 \ t \text{ pro } cm^2.$$

Für Radreifen, die nicht durch Bremsen gestellt werden:

$$\beta = 5{,}0 - 6{,}5 \ t \text{ pro } cm^2.$$

f) Flussstahlachsen.

Ausser Beschaffenheit ähnlich wie bei Schienen.

Die zur Fabrication von Flussstahlachsen zu verwendenden Gussblöcke sollen stets vorgeschmiedet werden.

Zur Ermittlung der Materialqualität ist mindestens $^1/_2$ % der gestellten oder gleichzeitig fabricirten Achsen — bei kleinern Theil- oder Nachlieferungen ein Stück auszuwählen und folgenden Proben zu unterwerfen:

Schlagprobe. Unter fortwährendem Wenden soll die Achse sechs Schläge mit einem Fallbär von 600 *kg* bei 1,5 *m* freien Auflagern aushalten und zwar:

2	Schläge	aus	4 *m*	Höhe
2	„	„	$4^1/_2$ *m*	„
1	Schlag	„	5 *m*	„
1	„	„	6 *m*	„

Zur Probe auf Zugfestigkeit sind nach Anleitung der Fig. 3 bis 5 aus jeder zu prüfenden Achse 2 Versuchsstäbe kalt herauszuarbeiten. Massgebend sind:

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}90\,tn\ cm$
Zugfestigkeit $\beta = 4{,}6 - 5{,}6\,t$ pro cm^2.

g) Flussstahllaschen und Unterlagsplatten.

Allgemeine Bestimmungen hinsichtlich Beschaffenheit der Oberfläche und Qualitätsansätze für die Zugprobe wie bei Schienen.

3. Schweisseisen.

a) Eisenbahnschwellen.

Zur Fabrication von Schwellen ist ein zähes und sehniges Schweissschmiedeisen zu verwenden. Die gelieferten Lang- und Querschwellen müssen vollkommen rein und glatt gewalzt sein, dürfen also keine Risse, Beulen, Blasen, Schlackennester oder Brandstellen zeigen.

Die vorgeschriebenen Abmessungen sind bei Langschwellen wie bei Schienen einzuhalten, bei Querschwellen ist in der Längenrichtung eine Toleranz von 1,5 *cm* zu gewähren.

Beim Verwiegen grösserer Partien sind Gewichtsunterschiede von ± 3 % gegenüber den Rechnungen nicht zu beanstanden.

Zur Ermittlung der Materialqualität ist mindestens ½ % der gestellten oder gleichzeitig fabricirten Schwellenpartien, bei kleinern Theil- oder Nachlieferungen ein Stück auszuwählen.

Für die Zerreissungsprobe sind die Bestimmungen der Façoneisen **I**, 3, b massgebend.

b) Schienenbefestigungsmittel,
wie Laschen, Unterlagsplatten, Laschenbolzen, gewöhnliche und Schraubennägel.

Die gestellten Schienenbefestigungsmittel dürfen keine Fehler, Risse, Brandstellen, Bärte etc. zeigen und müssen vollkommen rein und scharfkantig aus gutem sehnigem Schweissschmiedeisen hergestellt sein.

Die Laschen und Unterlagsplatten, sowie die an diesen anzubringenden Löcher dürfen nach Form, Grösse und Lage von der Normalzeichnung nicht abweichen.

Für Laschen wird für Längenmaass, sowie hinsichtlich des Gewichts bei Verwiegung grösserer Partien die bei Schienen angegebene Toleranz gewährt.

Zur Ermittlung der Qualität und Güte der Verarbeitung des Materials der Schienenbefestigungsmittel werden Zerreissungs- sowie die gewöhnlichen Biege- und Bruchproben ausgeführt. Der Fabricant sei verpflichtet, von jeder Gattung des zu Schienenbefestigungsmitteln zu verarbeitenden Materials vier Musterstücke von 50 *cm* Länge vor Beginn der Fabrication zu liefern. Zur Controle der Gleichartigkeit der Materialqualität ist 2—4 ‰ der gestellten Schienenbefestigungsmittel auszuwählen und den besagten Proben zu unterwerfen.

Für die Materialqualität bleibt bei

Unterlagsplatten

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}30$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}2$ *tn* pro cm^2.

Laschen, Laschenbolzen und Nägel

min. Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*
min. Zugfestigkeit $\beta = 3{,}5$ *tn* pro cm^2 massgebend.

Specielle Qualitätsvorschriften für Brücken- und Hochbauconstructionen.

Die sämmtlichen zur Untersuchung und Entnahme der Proben gelieferten Eisensorten müssen aus sehnigem, gut geschweisstem Schmiedeeisen hergestellt sein. Die Oberfläche derselben muss vor allem ganz, möglichst glatt und sauber gewalzt sein. Die vom unvermeidlichen Verschleiss der Walzen herrührenden Nähte und rauhe Stellen werden nicht beanstandet; dagegen werden sämmtliche mit Blasen, Beulen, oberflächlichen Anrissen, Schweiss- und Brandstellen, sowie mit eingewalzten Schiefern, Chamotte und Asche, ferner mit verkitteten, schadhaften Stellen angetroffene Stücke von der weitern Verwendung ausgeschlossen und bleiben bis zur Vollendung der Uebernahme aufbewahrt.

Das zu Brücken und Dachstuhlconstructionen zu verwendende Material hat im Minimum die nachstehenden Festigkeits-

zahlen und Qualitätscoefficienten aufzuweisen, wobei der Qualitätscoefficient das Product der Zugfestigkeit in *tn* pro cm^2 ursprüngliche Querschnittfläche des Versuchsstabes in dessen relative Dehnung nach Bruch, bezogen auf eine ursprüngliche Stablänge von 20 *cm* zwischen den Körnern, bedeutet.

1. Niet- und Schraubenmaterial:

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}8$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}70$ *tn cm*,

dabei darf die Scherfestigkeit nicht unter $^3/_4$ der Zugfestigkeit sinken.

2. Rund- und Stabeisen, Façoneisen
wie └, ┴, ⌶, ⊏, ⌐└, und Zoreseisen sowie Universaleisen bis 1,6 *cm* Dicke.

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}5$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*.

3. Trägerbleche.
bis zu 1,6 *cm* Dicke.

a. Für die Längsrichtung.

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}4$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}45$ *tn cm*.

b. Für die Querrichtung

für Bleche, deren Länge die $1^1/_2$fache mittlere Breite nicht überschreitet:

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}0$ *tn* pro cm^2
Qualitätscoefficient $c = 0{,}15$ *tn cm*.

Für Bleche, deren Länge grösser ist als die $1^1/_2$fache mittlere Breite:

Zugfestigkeit $\beta = 2{,}8$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 10$ *tn cm*.

Für Strassenbrücken, wo finanzielle Rücksichten verbunden mit untergeordneter Bedeutung des Objectes die Verwendung geringerer Eisensorten nothwendig machen, sind nachfolgende Zahlen als äusserste Grenzen zulässig.

1. Niet- und Schraubeneisen.

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}6$ *tn* pro cm^2
Qualitätscoefficient $c = 0{,}70$ *tn cm*,

dabei darf die Scherfestigkeit nicht unter $^3/_4$ der Zugfestigkeit sinken.

2. Stab- und Rundeisen.

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}4$ *tn* pro cm^2
Qualitätscoefficient $c = 0{,}38$ *tn cm.*

3. Façoneisen wie ⌊, ⊥, ⌶, ⌊, ⌉⌊ und Zoreseisen, sowie Universaleisen unter 1,5 *cm* Dicke.

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}2$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}38$ *tn cm.*

4. Universal-Eisen
bis zu 1,6 *cm* Dicke:

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}2$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}38$ *tn cm.*

5. Trägerbleche
bis zu 1,6 *cm* Dicke:

a. Für die Längsrichtung:

Zugfestigkeit $\beta = 3{,}2$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}36$ *tn cm.*

b. Für die Querrichtung:

Für Bleche, deren Länge die $1\frac{1}{2}$fache mittlere Breite nicht überschreitet:

Zugfestigkeit $\beta = 2{,}8$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}10$ *tn cm.*

Für Bleche, deren Länge grösser ist als die $1\frac{1}{2}$fache mittlere Breite:

Zugfestigkeit $\beta = 2{,}8$ *tn* pro cm^2,
Qualitätscoefficient $c = 0{,}05$ *tn cm.*

Für sämmtliche Brückenbleche, die schiefe Wandspannungen aufzunehmen haben, sind Zugfestigkeit und Qualitätscoefficient für die Querrichtung in die Pflichthefte aufzunehmen.

I. Gruppe.

Resultate der Festigkeitsproben mit Constructionsmaterialien.

1. Gusseisen.

Methode der Qualitätsbestimmung und die bisherigen Resultate der Festig-
eitsproben mit Gusseisen bleiben einer spätern Publication vorbehalten.)

2. Flusseisen.

In folgender Zusammenstellung geben wir die Resultate einiger
Qualitätsproben mit Constructionsmaterialien aus Flusseisen. No. 1 bis
ncl. 26 sind Ergebnisse älterer Versuche; das als Constructions-Flusseisen
bezeichnete Versuchsmaterial gehört vorwiegend in die Categorie „Fluss-
tahl“. Versuche mit Flussschmiedeisen, mit jenem zähen, weichen Fluss-
isen, welches als Bau- und Constructionsmaterial dient, wollen wir am
Schlusse dieser Zusammenstellung getrennt behandeln.

	Lieferant	ϱ Spannung b. Streckgrenze *tn* pro *cm*²	β Zugfestigkeit *tn* pro *cm*²	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ_1 Dehnung in % pro 10 *cm* urspr. Länge	λ_2 Dehnung in % pro 20 *cm* urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. *c* in *tn* u. *cm*	Bemerkungen
	Rund- und Stab-Flusseisen (resp. Stahl). Antragsteller: **Escher Wyss & Co.** in Zürich.										
1	Fr. Krupp, Essen	—	4,90	—	60,0	27,2	—	—	109,0	—	No. 1,2,3 „überschmied.“
2	do.	—	5,00	—	53,0	29,1	—	—	103,0	—	Grenzmod. γ = 2,96 *tn* pro *cm*². Elasticit.-Modul ε = 2144,0 *tn* pro *cm*².
3	do. *)	—	4,65	—	47,0	30,0	—	—	93,5	—	*) Elast.-Mod. unsicher
4	v. Roll'sche Eisen-	—	5,51	—	45,2	27,2	—	—	100,3	—	
5	werke, Gerlafing.	—	5,48	—	—	—	—	—	—	—	Bruch au der Befestigungsstelle
6	Bochumer-Verein	4,10	5,75	1,40	35,2	21,5	16,4	1,31	92,7	0,94	
7	do.	3,98	5,70	1,43	32,0	20,5	15.5	1,32	89,0	0,88	
8	do.	4,27	5,95	1,39	32,4	18,1	15,1	1,20	91,9	0,90	
9	Hüttenw. Motala	—	5,13	—	65,6	28,2	21,6	1,30	116,0	1,10	lokal weich.
0		—	4,98	—	55,6	30,0	24,9	1,20	105,4	1,24	
1		—	4,33	—	57,5	35,3	25,7	1,37	100,8	1,12	
2		—	4,36	—	58,0	30,0	26,7	1,12	101,6	1,16	
3		—	4,29	—	40,0	20,0	17,3	1,16	82,9	0,74	fehlerhaft, blasig.
4		—	4,57	—	54,3	30,0	26,7	1,12	100,0	1,22	

№	Lieferant	ϱ Spannung b. Streckgrenze *tn* pro *cm*²	β Zugfestigkeit *tn* pro *cm*²	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung in % pro 10 *cm* urspr. Länge	λ^2 Dehnung in % pro 20 *cm* urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. *c* in *tn* u. *cm*	Bemerkungen
	Antragsteller: **Gebrüder Sulzer** in Winterthur.										
15	Unbekannt	4,11	5,80	1,41	53,6	27,4	22,2	1,23	111,6	1,29	
16		3,68	4,73	1,28	61,2	26,4	18,5	1,46	108,5	0,85	lokal weich.
	Antragsteller: Prof. **G. Veith** in Zürich.										
17	Unbekannt	—	5,83	—	51,0	18,2	—	—	109,3	—	gebrochene Schubstangen-Schraubenbolzen.
18		—	4,24	—	53,8	27,0	—	—	96,2	—	do.
	Antragsteller: **Hauswirth & Küpfer** in Zürich.										
19	Unbekannt	4,60	8,15	1,77	1,6	c. 4,0	c. 4,0	c. 1,0	83,1	c. 0,33	Tiegelguss-Stahl.
20		4,33	7,95	1,83	0,9	c. 3,8	c. 3,8	c. 1,0	80,4	c. 0,32	
21		4,90	7,75	1,58	26,5	12,4	10,3	1,20	104,0	0,80	Präparirt mit Küpfer'scher Masse.
22		4,38	7,79	1,77	18,8	10,4	8,6	1,22	96,7	0,67	do.
	Antragsteller: **Cantonsbaumeister Gohl** in St. Gallen.										
23	Unbekannt	3,64	5,30	1,45	47,1	24,0	21,9	1,10	100,1	1,16	
24		3,89	5,31	1,37	47,5	21,2*	18,0*	1,17	100,6	0,96*	*) unsicher.
	Antragsteller: **Hauptwerkstätte der schweiz. N. O. B.** in Zürich.										
25	Fr. Krupp, Essen	—	4,87	—	35,5	27,0	—	—	84,2	—	Kesselblech.
26		—	4,90	—	13,0	20,6	—	—	62,0	—	(Querrichtung.)
	Antragsteller: **Schweiz. Locomotivfabrik in Winterthur.**										
27	Fr. Krupp, Essen	2,47	3,71	1,50	62,9	37,4	30,3	1,23	100,7	1,14	Kesselblech (Martin).
28		3,02	3,85	1,90	56,7	30,4	23,5	1,29	95,2	1,17	do. geschweisst.
29		2,43	3,75	1,54	62,8	37,8	29,3	1,28	100,3	1,10	Längsrichtung.
30		2,35	3,70	1,57	65,2	38,8	31,8	1,22	102,2	1,18	do.
31		2,46	3,75	1,52	62,9	38,8	28,8	1,35	100,4	1,08	
32		2,53	3,86	1,52	27,6	24,4	—	—	66,2	—	Querrichtung.
33		2,76	4,21	1,53	45,0	34,2	—	—	87,1	—	Längsrichtung.
34		2,28	3,59	1,57	65,2	40,6	—	—	101,0	—	do.
35		2,64	4,03	1,53	60,9	37,4	—	—	101,2	—	do.

3. Schweiss- und flusseiserne Drahtseile.

Die Befestigung der Drahtseile.

Die häufig wiederkehrenden Aufträge zur Prüfung der Festigkeit von Drahtseilen veranlassten eine Befestigung derselben zu suchen, welche die Anstrengung des Seiles ohne Lockerung oder drahtweisen Bruch an der Befestigungsstelle soweit zu steigern ermöglicht, dass schliesslich litzenweiser Bruch (gleichzeitiges Reissen von 2 oder mehreren Litzen) an der thatsächlich schwächsten Stelle des Drahtseiles eintritt.

Der disponible Raum gestattet nicht, auf die verschiedenen, in dieser Richtung ausgeführten Versuche einzutreten; es sei blos erwähnt, dass weder das amerikanische, strahlenförmige Verkeilen der Seilenden, Klemmen der Einzeldrähte zwischen den innern Wandflächen entsprechend gehöhlter Befestigungsbüchsen und auf das Seil gezogener Klemmringe noch der einfache Verguss der aufgedrehten Seilenden sich bewährte. Die wünschbare Gleichmässigkeit der Anstrengung der einzelnen Drähte im Seil war bei den bezeichneten Befestigungsmethoden nicht zu erreichen. Kleine Verbiegungen der Drähte an der Befestigungsstelle und das durch Aufdrehung des Seiles bei Belastungen in der Nähe der Bruchgrenze auftretende Torsionsmoment waren Ursache des anfänglich „drahtweisen Reissens“ der Seile in Befestigungsbüchsen oder in deren unmittelbaren Nähe.

Da das Torsionsmoment — als Folge des Aufdrehens des Seiles — bei intensiven Anstrengungen nicht behoben werden kann, musste der Schwerpunkt auf eine möglichst gleichmässige Inanspruchnahme, eine widerstandsfähige Fassung der Litzen und die nöthige Schonung der Drähte während der Procedur der Befestigung, fallen.

Eine absolut gleichmässige Inanspruchnahme der Litzen und Drähte ist aus Constructionsgründen weder bei den sog. Patent- noch bei den gewöhnlichen Seilen mit metallischer Seele zu erreichen. Selbst die sorgfältigste Fabrication vermag keine vollkommen gleichartige Lagerung der Litzen zu liefern. Besitzen die Litzen metall. Seelen, um welche eine Anzahl weiterer Drähte gewunden erscheinen, so ist wegen der Verschiedenheit der Länge der Drähte der Litzenseelen und ihrer Umhüllung, ferner wegen der Möglichkeit kleiner Lagenänderungen der letzteren, eine gleichmässige Lastvertheilung auf sämmtliche Litzendrähte kaum zu erzielen. Eine befriedigende Befestigung der Seilenden bezweckt also lediglich die

Verlegung der Bruchstelle der Drähte aus den Befestigungsbüchsen nach der schwächsten Stelle des Seiles, die Verlegung der Zeit ihres Auftretens in Nähe des theoretischen Seilrisses. Wir betrachten einen Seilversuch stets als gelungen, so ferne gleichzeitig 2 oder mehrere Litzen des Drahtseils zwischen den Einspannköpfen reissen und keine einzelnen Drahtrisse vorangehend constatirt werden.

Die Befestigung geschieht durch Verguss mit einer Lagercomposition aus 80 Theilen Zn, 10 Theilen Cu und 10 Theilen An. Zu diesem Zwecke werden die Enden des zu befestigenden Seiles auf eine gehörige Länge von Theer und fettigen Stoffen mit ätherischen Substanzen gereinigt und mit Scheidewasser geäzt. Zur Verhütung jeder Lagenänderung der Litzen während der folgenden Manipulationen umspinnt man das zu prüfende Seilstück ca 30 *cm.* vom Ende mit weichem, gereinigtem Eisendraht möglichst kräftig und öffnet hierauf die zu fassenden Seilenden, um die Hanfseelen des Seiles zu entfernen und die Verzinnung der einzelnen Drähte vorzunehmen. Da Gewicht darauf zu legen ist, dass das unaufgewundene Seil durch die Composition noch möglichst innig und kräftig gefasst werde, hat die Verzinnung sich auch auf den Drahtwickel und das benachbarte Stück des unaufgedrehten Seils zu erstrecken.

Je sorgfältiger diese Operation ausgeführt wird, desto zuverlässiger fällt die Befestigung des Seiles aus, indem das Aufziehen der Befestigungsbüchse, das Umbiegen der Drahtenden, Einziehen des so gebildeten Knotens in die Bohrung der Befestigungsbüchsen und schliesslich der Verguss mit Leichtigkeit correct ausgeführt werden kann.

Resultate der Drahtseilproben.

№	Lieferant	Seilconstruction			Seil		Draht-Durchmesser d in *cm*	Effectiver Seilquerschnitt F *cm*²	Zugfestigkeit β *tn* pro *cm*²	Dehnung nach Bruch in % pro 1,0 *m*	Bemerkungen
		Seele	Litzen	Drähte	Durchmesser d in *cm*	Gewicht g *kg* p. l. *m*					
	Antragsteller: Technisches Inspectorat schweiz. Eisenbahnen, Bern.										
1	Stein, Douj./Belfort	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,3	—	0,22	4,33	7,38	—	Drathw. Reiss. a. d. Bef.-St.
2	Lausanne-Ouchyb.	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,3	—	0,22	4,33	7,50	—	das gl. Stahldrahtseil.
3	„ „	—	1 à 19 D.	19	—	—	0,20	0,60	14,50	c. 1,0	Litze eines nach 1/2-jähr. Dnstlstg. geriss. Stahldrhts.
4	Giessbachbahn	1 Hfs.	5 à 14 D.	70	c. 2,35	—	0,20	2,20	11,40	c. 2,0	Stahldrahtseil.
5	Lausanne-Ouchyb.	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,00	—	0,20	3,58	11,70	c. 2,3	„ „
6	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 2,80	—	0,18	2,89	11,10	c. 2,4	Stahldrahtseil.
7	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 2,80	—	0,18	2,89	11,50	c. 2,4	2. Versuch; gleiche Seil.
8	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,10	—	0,20	3,58	10,90	c. 2,5	Stahldrahtseil; die einzel. Litzen trugen 11,2 tn.
9	L.-O. u. Laus.-Gar.	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 2,6	—	0,174	2,71	8,76	c. 2,2	ausr. Sthldrs., d. gl. Seil.
10	Stahl von Creusot	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 2,26	—	0,174	2,71	8,72	c. 2,2	Riss hart a. d. Befestgst.
11	„ „ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	?	—	0,195	3,40	13,14	c. 3,2	Riss nahe a. d. Befestgst.
12	engl. Tigelgussst.	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	?	—	0,197	3,48	11,58	c. 3,8	(acier trempé).
13	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	?	—	0,197	3,48	11,50	c. 3,6	wahrsch. d. g. Sthldrhts.
14	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	?	—	0,195	3,40	9,95	c. 1,8	(acier non trempé).
15	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	?	—	0,195	3,40	9,14	c. 1,4	„ „ „
16	„ „ (v. Neval & C., Gateshead).	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,0	3,215	0,20	3,58	14,00	c. 2,0	gehärt. 1 L. trug 17,8 tn p. cm².
17	Lausanne-Ouchyb.	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 2,8	2,580	0,18-2,0	3,23	10,31	c. 2,8	ausrang. Stahldrahtseil.
18	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 2,8	2,580	0,18-2,0	3,24	9,44	c. 2,1	das gleiche Seil.
19	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,0	3,210	—	2,45*	14,01	c. 1,7	stark abgen.*) unsicher.
20	„ „	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,0	3,210	—	2,45*	15,15	c. 2,4	das gleiche Seil.
	Antragsteller: E. Krugg, Director der Steinbrüche von Saillon.										
21	Unbekannt	1 Hfs.	6 à 6 Sch.	216	c. 4,55	—	0,15	3,80	7,37	c. 3,5	Patentseil; Eisendraht.
	Antragsteller: Gebr. Lincke, Techn. Bureau, Zürich.										
22	G. Heckel, St. Johan.	1 Hfs.	7 à 7 D.	49	c. 2,3	—	0,21	1,69	5,61	c. 1,8	Patents. Flusseis. bl. weich.
23	„ „	1 Hfs.	6 à 6 D.	36	c. 1,6	—	0,14	0,54	11,50	c. 2,4	Tigelgussstahl, mittelhart.
24	„ „	1 Hfs.	6 à 7 D.	42	c. 1,4	—	0,12	0,48	5,54	c. 1,4	Holzkohleneis. blk. weich.
25	„ „	1 Hfs.	6 à 7 D.	42	c. 1,2	—	0,10	0,33	4,85	c. 13,0	Flussst. ausgegl. sehr zähe.
26	„ „	1 Hfs.	6 à 11 D.	66	c. 1,1	—	0,10	0,51	11,61	c. 2,6	Patents. Tigelgussst. geh.
27	„ „	1 Hfs.	6 à 7 D.	42	c. 0,9	—	0,16	0,84	5,17	c. 2,1	Patents. schwed. Eis. wch.

№	Lieferant	Seilconstruction			Seil		Draht-Durchmesser d in *cm*	Effectiver Seilquerschnitt F *cm*²	Zugfestigkeit β *tn* pro *cm*²	Dehnung nach Bruch in % pro 1,0 *m*	Bemerkungen
		Seele	Litzen	Drähte	Durchmesser d in *cm*	Gewicht g *kg* p. l. *m*.					
	Antragsteller: Bauinspector Gremaud, Freiburg. Material der Freiburger Hängebrücke. Prima Schweisseisen aus den von Roll'schen Eisenwerken zu Gerlafingen.										
28	Blösch-Neuhs., Biel.	—	—	6	—	—	0,33	0,51	8,30	c. 0,8	Bündel (Parallel) -Seil.
29	" " "	—	—	6	—	—	0,33	0,51	7,80	—	Contraction der einzelnen
30	" " "	—	—	6	—	—	0,33	0,51	7,40	c. 0,5	Drähte: 34 –41 %.
31	" " "	—	—	6	—	—	0,33	0,51	7,30	—	
	Antragsteller: Ingenieur Riggenbach in Olten.										
32	Felten & Guillaume,	1 Hfs.	7 à 19 D.	133	c. 3,2	3,68	0,19	3,77	12,5	c. 2,5	Tigelgussstahldrahts. der Territet-Glionbahn.
33	Mühlheim b. Köln.	1 Hfs.	7 à 19 D.	133	c. 3,2	3,68	0,19	3,77	12,75	c. 1,5	Controlprobe.
34	" "	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,5	3,8 (?)	0,20	3,58	15,92	c. 3,0	Tigelgussstahl.
35	" "	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	c. 3,5	3,8 (?)	0,20	3,58	15,78	c. 2,8	Controlprobe.
36	" "	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	—	4,31	0,24	5,15	12,77	c. 2,5	Tigelgussstahl.
37	" "	1 Hfs.	6 à 19 D.	114	—	4,31	0,24	5,15	12,97	c. 3,0	Controlprobe.
	Antragsteller: Oechslin zum Mandelbaum, Schaffhausen.										
38	Oechslin, Schaffhs.	1 Hfs.	8 à 9 D.	72	c. 1,06	0,66	0,11	0,680	6,6	c. 4,0	Eisendraht.
39	" "	1 Hfs.	8 à 9 D.	72	c. 1,06	0,66	0,11	0,680	6,24	c. 4,2	Controlprobe.
40	" "	1 Hfs.	8 à 9 D.	72	c. 1,1	0,59	0,10	0,565	7,29	c. 3,4	Eisendraht.
41	" "	1 Hfs.	8 à 9 D.	72	c. 1,1	0,59	0,10	0,565	7,51	c. 4,0	Controlprobe.
42	" "	1 Hfs.	6 à 8 D.	48	c. 2,2	1,52	0,20	1,510	11,76	c. 2,8	Tigelgussstahl.
43	" "	1 Hfs.	6 à 8 D.	48	c. 2,2	1,52	0,20	1,510	11,67	c. 3,4	Controlprobe.
	Antragsteller: H. Kägi & Comp. in Winterthur.										
44	Felten & Guillaume,	1 Hfs.	6 à 16 D.	96	c. 3,0	2,79	0,20	3,014	12,6	c. 3,2	Tigelgussstahldrahts. der
45	Mühlheim b. Köln.	1 Hfs.	6 à 16 D.	96	c. 3,0	2,79	0,20	3,014	12,2	c. 3,2	Gütsch-Luzernbahn.

Der Werth des Thomas-Flussschmiedeisens als Constructionsmaterial.

Im Herbste 1884 stellten die Herren:

Gebr. Stumm, Neunkircher Eisenwerk bei Saarbrücken

in der eidg. Festigkeitsanstalt den Antrag zur Vornahme einer vergleichenden Werthbestimmung einer Reihe deutscher Normalprofile in Fluss- und Schweissschmiedeisen. Der Berichterstatter begrüsste diese zeitgemässe Initiative des Werkes um so freudiger, als bei einer angemessenen Verallgemeinerung des Antrags sich die seltene Gelegenheit bot, das Thomasflussschmiedeisen als Constructionsmaterial überhaupt einer werthschätzenden Prüfung zu unterwerfen. Dass der Antrag der Herren Gebr. Stumm als ein „zeitgemässer" bezeichnet werden darf, unterliegt wol keinem Zweifel. Täglich mehren sich die Anwendungsgebiete des Thomaseisens, ohne dass sein Werthverhältniss experimentell festgestellt worden wäre. Die zahlreichen, in den unterschiedlichen, technischen Zeitschriften veröffentlichten Resultate von Festigkeitsversuchen mit diesem Material sind in der Regel zu wenig umfassend, oder es fehlt der Anschluss an das Schweisseisen, wodurch allein eine Vergleichung möglich wird. Diesen Umständen ist wol zuzuschreiben, dass fragliche Versuchsresultate dem Flussschmiedeisen als Constructionsmaterial, insbesondere als Material für Hoch- und Brückenbauten, die Bahnen zu ebnen nicht vermochten; sie waren nicht im Stande, die Zweifel zu zerstreuen, die die wiederholt constatirten Unzuverlässigkeiten stahlartiger Flusseisensorten, der relativ geringe Nutzeffect genieteter Träger dieser Art, naturgemäss erzeugten und die man als angebliche Eigenthümlichkeit der körnigen Structur des Materials auch auf das Thomas-Flussschmiedeisen auszudehnen keinen Anstand nahm.

Anlässlich eines Besuchs in Neunkirchen sind im Vereine mit Herrn Rob. Erhardt, Oberingenieur des Neunkirchner Eisenwerks, die Grundzüge des Programms der in Aussicht genommenen Arbeiten vereinbart worden, welches der Berichterstatter mit Rücksicht auf eine thunlichst weitgehende Werth-

schätzung des Flussschmiedeisens weiter bearbeitet und schliesslich der Direction des genannten Werkes vorgelegt hatte. Leider gestatteten es die Zeitverhältnisse nicht, das Programm in seinem ganzen Umfange zur Ausführung zu bringen; immerhin ist dem Entgegenkommen und der namhaften Opferwilligkeit des Werkes zu danken, dass es gelungen ist, die Untersuchung soweit zu führen, als zur entschiedenen, jeden Zweifel ausschliessenden Kennzeichnung und Werthschätzung des Thomas-Flussschmiedeisens nöthig schien.

Das gesammte Versuchsmaterial stellten die HH. Gebr. Stumm programmgemäss in Form von mehrere Meter langen Trägerstücken zu unserer Verfügung. Nach Anleitung der Bestimmungen des Programms wurden nun aus sämmtlichen Trägern Versuchstäbe zur Feststellung der Materialqualität im Werke selbst herausgearbeitet, während die übrig gebliebenen Stücke zur Prüfung der Elasticitäts-, Festigkeits- und Zähigkeitsverhältnisse der ganzen Gebrauchstücke im eidg. Festigkeitsinstitute Verwendung fanden.

Aus Vorstehendem geht bereits hervor, dass das gesammte Versuchsmaterial, u. z. parallel Fluss- und Schweissschmiedeisen, nach folgenden Richtungen geprüft wurde:

I. Qualität des Materials an sich.

Mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der verwendeten Materialien, Art der Packetirung, mit Rücksicht auf den Einfluss der verschiedenen Arbeit der Walzen in verschiedenen Theilen des Profils, wurde die Feststellung der Materialqualität, Träger für Träger sowohl auf das Material der Flanschen als der Stege ausgedehnt. Die Prüfung der Materialqualität geschah:

a) durch die übliche Zerreissprobe.
b) „ Kaltbiegeproben (Proben auf Kaltbruch).
c) „ Warmbiegeproben (Proben auf Rothbruch).
d) „ Schweissproben (Proben zur Feststellung der Schweissbarkeit).
e) „ Härtproben (Proben zur Feststellung der Härtbarkeit).

II. Qualität des fertigen Productes.

Die Qualität des fertigen Productes wurde an ganzen Gebrauchstücken mit thunlichster Berücksichtigung ihrer speciellen Verwendungsart ermittelt. Dies geschah:

a) durch Feststellung der Elasticität und Biegungsfestigkeit (Biegeproben).

b) durch Feststellung der Widerstandsfähigkeit gegen Stosswirkungen (Schlagproben) u. z.:
an normalen, unbeschädigten Gebrauchstücken,
an absichtlich beschädigten „ „

c) durch Feststellung des Einflusses der Lochungsmethoden auf die Festigkeitsverhältnisse des Materials (Lochungsproben).

Nach vorstehendem Schema ist die Qualität des Materials und der Werth der ganzen Gebrauchstücke der deutschen Normalprofile von 10 *cm* bis und mit 24 *cm* Höhe (Profil No. 10 bis No. 24) in Thomas Fluss- und Schweissschmiedeisen bestimmt worden. Es ist somit Versuchsmaterial zu 30, programmgemäss completten Versuchsserien in das eidg. Festigkeitsinstitut abgeliefert worden, welches sich auf die unterschiedlichen Specialproben folgendermassen vertheilt:

120 Versuchsstücke auf die übliche Qualitätsprobe;
120 „ „ „ Kaltbiegeprobe;
120 „ „ „ Warmbiegeprobe;
60 „ „ „ Schweissprobe;
30 „ „ „ Biegeprobe;
30 „ „ „ Schlagprobe; demnach gaben

die oben angeführten 30 Versuchsserien im Sinne

des Programm's	480 Einzelversuche;
Hiezu kommen: die Härteproben mit	16 „ „
die Schlagproben an beschädigten Gebrauchstücken . .	10 „ „
die Lochungsproben mit	26 „ „
endlich die unterschiedlichen Controlversuche mit	24 „ „
somit erreichte vorliegende Untersuchung total	556 Einzelversuche.

Im Monat November 1884 begann die Lieferung des Versuchsmaterials und gleichzeitig mit dieser die Ausführung der Untersuchungen. Bis auf die Biegeproben mit ganzen Gebrauchstücken haben sich bei der Ausführung der Versuche keine nennenswerthen Schwierigkeiten ergeben; blos die Biegeprobe, wir kehren bei Besprechung der Prüfungsmethoden auf diese zurück, gab anfänglich widersprechende Resultate,

so dass der Berichterstatter Veranlassung nahm, 6 Biegeversuche, von welchen 4 in der Position „Control-Versuche“ einverleibt sind, im mech.-techn. Laboratorium der polyt. Hochschule zu München zur Controle ausführen zu lassen. Der Berichterstatter begrüsste in dieser Sache den Vorsteher des genannten Institutes, Herrn Prof. J. Bauschinger, welcher mit schätzbarer Collegialität unserem Ansuchen entsprach und uns sowohl dadurch als auch durch die ausgewiesene Uebereinstimmung der erzielten Resultate zu bleibendem Danke verpflichtete.

Das Material.

Schweissschmiedeisen. Zur Fabrication der Schweisseisenträger dient auf den Werken der Hrn. Gebr. Stumm ein als Brückenqualität bezeichnetes, zähes, durchwegs sehniges Puddeleisen, welches in doppelt geschweisstem Zustande durch eine

Zugfestigkeit von 3,5—3,8 *tn* pro cm^2;
Dehnung n. B. 16—24 % pro 20 *cm* ursp. Stablänge,
Contraction von 20—40 %

characterisirt ist.

Das Constructionseisen dieser Qualität innerhalb der dem Schweisseisen anhaftenden unvermeidlichen Schwankungen zu erhalten, wird durch die geringe Grösse des Einsatzes, durch die sorgfältige Führung und Ueberwachung des Puddelprocesses, hauptsächlich aber durch die ebenso sorgfältige wie stramm durchgeführte Sortage der Erzeugnisse der Puddelhütte erreicht. Dadurch allein ist es möglich, Rohschienen bestimmter Qualität, entsprechend den Anforderungen an die fertige Waare, der weitern Verarbeitung zuzuführen, somit thatsächlich Producte bestimmter Durchschnittsqualität auch dann zu erzeugen, wenn die Rohmaterialien an und für sich keinen Anspruch auf höhere Qualität machen können.

Der Hauptsache nach verhüttet das Puddelwerk der Gebr. Stumm ein Minette-Roheisen eigener Schmelzung. Bei den gegenwärtigen Roheisenpreisen wird indessen beim Puddeln auf Brückeneisen pro 210 *kg* theils melirten, theils weissen Minette-Roheisens 15 *kg* Spiegeleisen eingesetzt. Folgende Zusammenstellung gibt die Durchschnittsanalysen dieser Roheisensorten:

	Minette-Roheisen melirt	weiss	**Spiegeleisen** Siegener
C	2,8—3,0 %;	2,6—2,8 %;	4,4 %;
Si	0,6—0,7 „	0,5—0,6 „	0,2 „
P	1,9 %	1,9 %	0,07 „
S	0,09 „	0,09 „	Spuren
Mn	0,2 „	0,2 „	8—10,0%
Cu	—	—	0,3 „

Der hohe Phosphorgehalt des Einsatzeisens, die Schwierigkeit der Entphosphorung desselben bei der gewöhnlichen Puddelfrischerei bedingt, dass einerseits der Herd mit thunlichst Phosphor freien, wenig Kieselsäure führenden Eisensteinen (Rotheisensteinstufen v. d. Lahn) garnirt, der Boden mit einem Gemenge von Walzsinter, Hammerschlag etc. und einer möglichst garen Schlacke bedeckt wird, wobei letzterer zur Erhöhung des Mangangehaltes ein 18 %iges Braunsteinpulver in der Höhe von 4—5 % des Einsatzes beigegeben wird. Der Puddelprocess verläuft namentlich was die äusseren Erscheinungen, Dauer der Charge, Ausbringen, Brennstoffaufwand anbetrifft, völlig normal; auch ist selbstverständlich, dass schliesslich auf ein kräftiges Durcharbeiten der Luppen besonderes Gewicht gelegt wird. Die Luppen werden in üblicher Weise unter Dampfhämmern gezängt und ohne Unterbruch in einem benachbarten Luppenwalzwerk zu Rohschienen ausgewalzt. Von jeder Charge werden zur Controle sämmtliche Rohschienen in kaltem Zustande gebrochen und erfolgt auf Grundlage dieser ersten Festigkeits- resp. Qualitätsprobe das vorerwähnte Sortiren des Ergebnisses der Charge.

Die Rohschienen der Brückenqualität sind sehnig, mit etwas Feinkorn durchsetzt und noch ziemlich schlackenreich; in doppelt geschweisstem Zustande tritt durchgreifendes Korn überhaupt nicht mehr auf und gehören grob-körnige, kaltbrüchige Einlagerungen zu seltenen Vorkommnissen. Die doppelt geschweissten Rohschienen der fraglichen Eisenqualität besitzen einen sehr geringen Kohlenstoffgehalt und bleibt der Phosphorgehalt unter 0,4 %. Späne der Schweisseisenträger unseres Versuchsmaterials ergaben nach 2 vom Hüttenchemiker, Hrn. Bormann ausgeführten, gut übereinstimmenden Analysen:

C	*Si*	*P*	*S*	*Mn*	*Cu*
0,014 %;	0,125 %;	0,385 %;	0,027 %;	0,095 %;	0,021 %.

Flussschmiedeisen. Die tief greifenden Verände-

rungen, welche das Eisenhüttenwesen durch Erfindung des Bessemerprocesses erlitt, haben durch Hinzutritt des Thomasprocesses eine hochwichtige Ergänzung gefunden. Ganz abgesehen davon, dass das Thomasiren eine Reihe ausgedehnter Eisenerzdistricte neu belebte, der modernen Entwicklung der Eisenindustrie zugänglich machte, verdanken wir dem Thomasprocess die Möglichkeit der Massenfabrication eines Materials, welches bei angenähert gleicher Festigkeit, durch seine Homogenität und den weit überlegenen Zähigkeitsgrad berufen scheint, dem Schweissschmiedeisen die bisherige Superiorität als Constructionsmaterial abzunehmen; unsere bisherigen Versuchsresultate sprechen zweifellos dafür, dass man im Thomasflussschmiedeisen ein ungleich hochwerthigeres Constructionsmaterial besitzt. Diese Erfahrung bezieht sich indessen zunächst ausdrücklich nur auf das niedrig gekohlte, reine Thomaseisen und hat ohne besondere Nachweislieferung auf das weiche, mehr oder weniger silicirte Flusseisen, sowie auf den weichen Stahl überhaupt keine Anwendung.

Zur Fabrication von Querschwellen, Trägern u. a. Waaren wird auf den Werken der Hrn. Gebr. Stumm zu Neunkirchen ein Thomasflussschmiedeisen verwendet, welches durch eine ausserordentliche Reinheit, angemessene Festigkeit und eine hochgradige Zähigkeit characterisirt ist. Die chemische Zusammensetzung und die massgebenden Festigkeitsverhältnisse schwanken bei diesem Metall innerhalb folgender Grenze:

Kohlenstoff:	0,06—0,10 %;	Zugfestigkeit:	3,8—4,4 *tn* pro cm^2.
Silicium:	0,01—0,05 „	Dehnung n. B.	22—30 % pro 20 *cm*
Phosphor:	0,06—0,10 „	Contraction:	40—60 „
Schwefel:	0,03—0,04 „		
Mangan:	0,35—0,50 „		

Die Möglichkeit, das Thomasflussschmiedeisen innerhalb vorstehender Grenzen der Schwankungen der chemischen Zusammensetzung und der Festigkeitsverhältnisse zu erhalten, liegt in der Natur des Processes selbst. Bei der unumgänglich nöthigen Sorgfalt der Führung der Charge, bei einem geregelten, chargenweisen Sortiren der Gussblöcke ist man beim Thomasiren weit sicherer als bei irgend einer andern Frischmethode, Qualitäten von zuverlässiger Zähigkeit zu erzeugen und diese bestimmten Verwendungszwecken zuzuführen.

Analog dem Bessemern ist auch beim Thomasiren das Einsatzeisen nach Grösse und Qualität fast constant. In der Entkohlungsperiode geht das *Si* gänzlich in die Schlacke, der

C-Gehalt wird auf ein Minimum von 0,02 bis 0,025 % reducirt, während beim Nachblasen der *P*-Gehalt soweit verbrennt, dass der durch die Zuschläge ins Metallbad wieder eingebrachte Phosphor die gesammte Phosphormenge nicht über die Grenze der Zulässigkeit erhebt. Die Summe aller fremden, durch den Zuschlag eingeführten Beimengungen ist für das Flussschmiedeisen ein Minimum. Der Zuschlag dient hauptsächlich zur Reduction der Oxyde, zum Dichten der Ingots — bei Stahlsorten zur Rückkohlung des Metallbades auf den gewünschten Härtegrad. Da jedoch die Temperatur des Einsatzeisens, die Zusammensetzung der Charge nicht stets genau übereinstimmen kann, da ferner die Reaction der Zuschläge auch nicht immer völlig gleichartig vor sich geht, so wird für Constructionszwecke von vorneherein auf ein derart niedrig gekohltes Flusseisen gearbeitet, dass die unvermeidlichen Schwankungen in der schliesslichen Zusammensetzung der Charge, namentlich der Kohlenstoffgehalt des Metallbades unter der Grenze bleiben, wo das Product die Eigenschaften des Stahls annimmt und die Zuverlässigkeit zu schwanken beginnt. Was füglich durch die exacte Führung des Processes nicht zu erreichen ist, wird durch die chargenweise Sortage, wie sie bei Gebr. Stumm eingeführt ist, erreicht.

In Neunkirchen wird nach dem Thomasverfahren Stahl wie Flussschmiedeisen aus einem Roheisen mit folgender Durchschnittszusammensetzung erblasen:

C	*Si*	*P*	*S*	*Mn*
3,0 %;	0,8 %;	2,5 %;	0,07 %;	2,0 %.

Zur Erzeugung der basischen Schlacke bringt man pro 8,2 *tn* Einsatz 1,5 *tn* gebrannten Kalk in den Converter. Eine der Chargen, aus welcher grösseren Theils die Versuchsträger gewalzt wurden, war nach 540 Secunden Blasens entkohlt, nach weitern 245 Secunden hinreichend entphosphort. Nach Bormann hatte das Bad jetzt, im Mittel aus zwei übereinstimmenden Analysen, folgende Zusammensetzung:

C	*Si*	*P*	*S*	*Mn*	*Cu*
0,022 %;	0,000 %;	0,060 %;	0,042 %;	0,250 %;	0,009 %.

Nach Zusatz von:	*Mn*	*C*	*Si*	*P*
35 *kg* Spiegeleisen mit:	11,0 %;	5,50 %;	0,40 %;	0,09 %.
30 „ Ferromangan mit	70,0 „	6,00 „	0,90 „	0,25 „
10 „ „ „ „	30,0 „	6,00 „	0,75 „	0,20 „

75 *kg* Reductionsmitteln trat eine kurze, lebhafte Reaction

ein; nach Ablauf einiger Minuten wurde die Schlacke abgegossen, der Converter seines Inhalts entleert und zu Ingots vergossen. Im Mittel aus zwei übereinstimmenden Analysen des Hüttenchemikers, Hrn. Bormann, zeigen die Flusseisenträger dieser Charge folgende Zusammensetzung:

C	*Si*	*P*	*S*	*Mn*	*Cu*
0,070 %;	0,010 %;	0,080 %;	0,042 %;	0,465 %;	0,018 %;

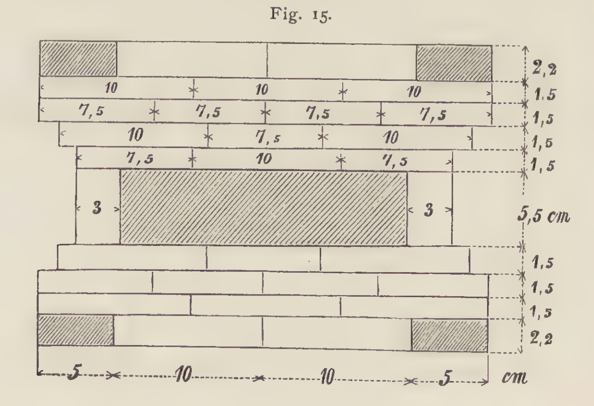
Die Verarbeitung des Materials.

Zur Herstellung der schweisseisernen Träger wurden die auf Packetlänge geschnittenen Rohschienen nach Anleitung nebenstehender Skizzen, Fig 14. und 15 packetirt. Fig. 14 gibt

Fig. 14.

speciell das Packet der Normalprofile von 10 bis incl. 19 *cm* Höhe; Fig. 15 stellt dagegen das Packet der Profile von 20

Fig. 15.



bis 24 *cm* Höhe dar. Man sieht, dass mit Ausnahme der vier Eckstäbe der Packete, die zur Erzeugung zuverlässig gesunder, scharfer Flanschenkanten d. h. Fussspitzen dienen, somit aus doppelt geschweisstem Eisen gebildet sind, die Packete aus Rohschienen bestehen, die nach dem Principe Voll auf Fug aufgebaut erscheinen. Blos der Kern der Packete enthält Abfälle der Trägerfabrication. Im Durchschnitt weisen die Packete

c. 80 % Luppeneisen (Rohschienen),
c. 10 % doppelt geschw. Eisen, und
c. 10 % Abfälle auf.

Der auf einigen Werken zur Erzeugung dünnflüssiger Schweissschlacke übliche Anstrich der Packetstäbe mit einem löslichen Silicate, findet auf dem Stumm'schen Eisenwerke desshalb keine Anwendung, weil die Rohschienen im Puddelwerk genügend saftig hergestellt, bezüglich Schweissung ein zuverlässiges Resultat geben.

Das Wärmen der abgebundenen Packete geschieht in Neunkirchen theils in Unterwind-, theils in Regenerativgasschweissöfen, die bezüglich der Schweisstemperatur gleich gute Resultate geben sollen.

Zur Fabrication der Flusseisenträger von 10 bis incl. 19 *cm* Höhe wurden bisher Gussblöcke mit quadratischem Querschnitt verwendet; am untern Ende misst die Kante des Ingotquerschnitts 23,5 *cm*. Für die übrigen Profile dienten Ingots mit rechteckigem Querschnitt mit 23,5 auf 28,8 *cm* am untern Ende. Verwechslungen, wie eine solche bei der Walzung unseres Versuchsmaterials in einem Falle auch vorgekommen ist (vergl. Flusseisen, Profil No. 13 der folgenden Zusammenstellung), ein für alle mal zu verhüten, wird das weiche, zähe Thomas-Constructionsflusseisen fortan in Coquillen besonderer Form gegossen.

Die Gussblöcke gelangen nach der Gattung des Fabricats und dem Stande der Betriebsverhältnisse verschieden, meist aber kalt ins Walzwerk und werden hier theils in Rollöfen mit Gasfeuerung, theils in Regenerativgasöfen bis zur Hellrothgluth erhitzt.

Ein Vorschmieden der Ingots und Packete findet nicht statt; sie gelangen aus dem Feuer direct unter die Walze, welche in den ersten Zügen genügend Druck besitzt, um erstere zu dichten, letztere zu schweissen. Gewalzt wurden die Normalprofile No. 10 bis 19 auf einer Triowalze, die Profile No. 20 aufwärts auf einer Reversirstrecke. Weil den

Gussblöcken in den ersten Stichen nicht der gleiche Druck ertheilt werden kann, wie ihn die mit Hohlräumen durchsetzten, façonnirten Schweisseisenpackete vertragen, so erhält der Gussblock mehr Stiche als das entsprechende Packet. So passirten die

	Schweisseisenträger		**Flusseisenträger**	
	No. 10—19	*No. 20—24*	*No. 10—19*	*No. 20—24*
im Trio:	15 Stiche	—	*17 Stiche*	—
i. d. Reversirstrecke:	—	9 Stiche	—	*13 Stiche.*

Bis auf den ersten Stich der Reversirstrecke, welcher, um den Schweisseisenpacketen den nöthigen Druck zu geben, besonders eingedreht wurde, sind die Züge im Trio und der Reversirstrecke für Fluss- und Schweisseisenträger die gleichen.

Sämmtliche Träger wurden in einer Hitze und zwar in Längen von 15 bis 20 *m* gewalzt.

Die Exactität und Reinheit der Walzung sowie die Güte der Geraderichtarbeit liess bei den Schweisseisenträgern nichts zu wünschen übrig. Die Flusseisenträger waren anfänglich ungenügend genau gerichtet. Das der Hauptsache nach später gelieferte Versuchsmaterial war übrigens auch in Flusseisen tadellos.

Ausführung der Untersuchungen.

a. Die Qualitätsprobe.

In der Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, dass zur Feststellung der Materialqualität, des Einflusses der Art der Packetirung, ferner behufs Feststellung der verschiedenen Arbeit der Walze in verschiedenen Theilen des Profils, von sämmtlichen Trägern sowohl Flanschen als entsprechende Theile des Steges zur Probe beigezogen wurden. Fig. 16 soll die Art der Entnahme der Probestäbe aus den Profilen vergegenwärtigen. Sie ist in der That bei allen höheren Profilen im Sinne nebenstehender Figur erfolgt; nur bei den Profilen mit geringer Höhe konnten die Flachstäbe aus dem Stege nicht übereinander, sondern neben einander, also aus einem Streifen in der Richtung der Trägeraxe, entnommen werden.

Fig. 16.

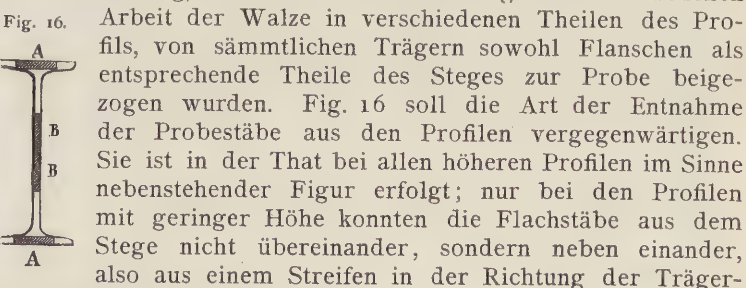


Fig. 17 gibt die Form und Dimensionen der Flachstäbe, aus welchen nach Anleitung der Fig. 18 die Probestäbe her-

Fig. 17. Fig. 18.



ausgearbeitet wurden. Der Schaft der Probestäbe wurde von Hand auf constante Abmessungen gebracht und blank abgeschlichtet. Die Enden wurden senkrecht zur Stabaxe u. z. derart angefräst, dass die Zähne der keilförmigen, zur Befestigung des Flachstabes dienenden Stahlbacken die Fräsefurchen möglichst vollkommen ausfüllten.

Im Ganzen wurden zur Qualitätsprobe aus jedem Profil:

2 Stäbe aus den Flanschen
2 „ „ dem Stege

herausgearbeitet. Von diesen diente je ein Versuchsstab zur Feststellung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse (umfassende Qualitätsprobe), während der andere zur Controle der technisch wichtigsten, aus dem ersten Versuch hervorgegangenen Zahlenwerthe Verwendung fand.

Sämmtliche Qualitätsproben wurden auf der uns disponiblen Werder'schen Festigkeitsmaschine ausgeführt. Die Ermittlung der Elasticitätsverhältnisse geschah auch diesmal mittelst des bekannten Bauschinger'schen Spiegelapparates. Der Gang der Beobachtung war kurz folgender:

Nach Verification des Instrumentes, Controle auf todten Gang etc. ist die Messung der elastischen Dehnungen, und zwar nach Bauschinger stets zweier gegenüberliegender Fasern, ausgeführt worden. Hierauf wurde auf ca. $^1/_8$ *tn* genau diejenige Belastung des Probestabes ermittelt, bei welcher die erheblichen, bleibenden Dehnungen beginnen; wir haben diesen Moment der Beobachtungsreihe in gewohnter Weise als „Dehnungsbeginn oder Streckgrenze“ protocollirt. Von der Streckgrenze bis zum Momente wo die Wage der Werder'schen Maschine zu sinken beginnt, sind in angemessenen Intervallen die den Belastungen correspondirenden Dehnungen eines Stabstückes von ursprünglich 10 *cm* Länge erhoben worden. Auf eine bestimmte Dauer der Einwirkung konnte keine Rücksicht genommen werden d. h. die Dehnung wurde vor Auflegen weiterer Gewichte stets gemessen, sobald die Luftblase der Libelle der Werder'schen Wage einspielte. Aus den Belastungen und correspondirenden Dehnungen sind Fall für Fall

die Arbeitsdiagramme der Zerreissungsfestigkeit construirt und hierauf planimetrisch ausgemessen worden. Der Moment des Sinkens der Wage der Werder'schen Maschine ist so genau als möglich festgestellt, und in diesem Momente die Länge des Stabes zwischen den Körnern (Bruchstelle eingeschlossen) gemessen worden. Dessen ungeachtet zeigen diese Dehnungen, welche Prof. Dr. Hartig als eigentliche Bruchdehnungen bezeichnet haben will, selbst bei völlig gleichwerthigem Materiale sehr erhebliche Schwankungen, so dass wir auf diese abzustellen nicht vermochten. Bemerkenswerth ist dabei noch der Umstand, dass in mehreren Fällen die Einschnürung des Probestabes schon sichtbar war, bevor der Stand des Wagebalkens eine Aenderung erfahren hätte. Die Einrichtungen und Hülfsmittel des eidg. Festigkeitsinstitutes gestatteten somit auch anlässlich vorliegender Arbeit nicht, das Locale der Brucherscheinungen aus der Rechnung zu eliminiren.

Es ist wohl kaum nöthig, besonders darauf aufmerksam zu machen, dass die Dehnungen nach Bruch — bezogen auf 10 und 20 *cm* ursprüngliche Stablänge — nicht durch Messung des Abstands bestimmter Marken bei zusammengestossenen Bruchstücken erfolgte, sondern dass diese auf den Stabfragmenten an Hand einer, auf eine der Flachseiten des Versuchsstabes vorangehend angebrachten *cm*-Theilung derart geschah, dass die Bruchfläche näherungsweise in der Mitte der angenommenen, ursprünglichen Stablänge von 10 resp. 20 *cm* fiel.

Die Contraction war bei Flusseisen wegen der Form, bei Schweisseisen in einzelnen Fällen wegen Form oder Lage der Bruchfläche mit Sicherheit nicht zu bestimmen. Zufolge der doppeltconvexen Form der Bruchflächen der Flusseisenstäbe ist deren Dicke mittelst eines Mikrometers an 5 Stellen gemessen und das Mittel als massgebende Dicke in die weitere Rechnung eingeflochten worden.

Der Bruch der Flusseisenstäbe erfolgte in einzelnen Fällen sichtbar, zuerst in der Mitte der Flachseiten und pflanzte sich von hier nach den schmalen Stabseiten hin fort. In Folge dessen tritt an den Schmalseiten eine Nachstreckung ein, deren Grösse sich sehr wohl feststellen lässt. Wir haben diese Nachstreckung, als völlig secundärer Natur, nicht weiter berücksichtigt.

Der Bruch der Schweisseisenstäbe fiel sehr mannigfach aus. Durch Schweiss- und andere Materialfehler bedingt, begann der Bruch nicht selten an einer der Kanten des

Probestabes, wodurch dieser mitunter eine sichelförmige Krümmung angenommen hatte.

Die Beschaffenheit der Oberfläche der Probestäbe nach Bruch war gleichfalls sehr verschieden. Die Flusseisenstäbe blieben durchweg vollkommen intact; von den Schweisseisenstäben waren jene der Trägerflansche bis auf einige mehr oder weniger geöffnete Schweissnäthe gut erhalten; sie war meist frei von Querrissen. Dagegen zeigten die Proben aus dem Steg, durch zahlreiche kleine Schlackennester deutlich ausgeprägten Unterbruch der durchlaufenden Faser; die Staboberfläche wurde rauh, unrein, oft schuppig und nicht selten stark querrissig.

b) **Kaltbiege-Proben** (Probe auf Kaltbruch).

Zu Kaltbiegeproben sind analog der Qualitätsprobe nach Anleitung der Fig. 16 aus den Flanschen und dem Stege je 2 Flachstäbe von 5 *cm* Breite, vergl. Fig. 17, kalt herausgearbeitet worden. Die Flachstäbe aus den Trägerflanschen sind einseitig soweit nachgehobelt worden, dass schliesslich die den Fluss- und Schweisseisen-Profilen gleicher Höhe entnommenen Probestäbe gleiche Stärke (Dicke) zeigten. Die Versuchsstäbe mit abgerundeten Kanten sind in einem, mit Gradbogen versehenen Kaltbiegeapparat von Mohr & Federhaff in Mannheim, um einen Dorn von 2,6 *cm* Durchmesser, zunächst auf 95—100° maschinell gebogen, hierauf, soferne metallischer Bruch nicht schon vorher constatirt wurde, von Hand mittelst angemessen schweren Vorschlaghämmern auf einer starren, gusseissernen Unterlage gefaltet worden.

Principiell ist mittelst Biegeapparat oder von Hand der Versuchsstab solange gebogen worden, bis metallischer Querbruch eintrat. Das oft schon bei 50° eingetretene Oeffnen der Schweissnäthe konnte lediglich nur als Maassstab für die Güte der Schweissung, nicht aber auch für die der Materialqualität angesehen werden. Sämmtliche Erscheinungen, sowohl das Oeffnen der Schweissnäthe, als das Auftreten des effectiven Bruchs sind beobachtet und in Protokollen zahlenmässig wiedergegeben worden.

Brüche des Flusseisens sind bei der Kaltbiegeprobe überhaupt nicht vorgekommen; mit Ausnahme eines Stabes hat das Schweisseisen der Trägerflanschen die gleiche Probe ebenfalls vollkommen bestanden. Dagegen zeigen die gefalteten Proben aus dem Steg der Schweisseisenträger mit geringen

Ausnahmen mehr oder weniger erhebliche Querrisse (vergl. die Zusammenstellung der Resultate).

c) **Warmbiegeprobe** (Probe auf Rothbruch).

Analog den Kaltbiegeproben sind auch zu Warmbiegeproben nach Anleitung der Fig. 16 aus den Flanschen und Stegen der Profile je 2 Probestäbe von 5 *cm* Breite, vergl. Fig. 17, herausgearbeitet und in nämlicher Weise, wie die Kaltbiegeproben, versuchsgerecht hergerichtet worden. Sämmtliche Stäbe wurden sodann in einem kleinen Glühofen successive auf Rothgluth gebracht, um einen Dorn von 2,6 *cm* Durchmesser von Hand allmälig gebogen, gefaltet und schliesslich mittelst gewöhnlicher Vorschlaghämmer zusammen geschlagen.

Im Allgemeinen sind bei dieser Procedur die gleichen Erscheinungen wie bei den Kaltbiegeproben beobachtet worden. Beim Flusseisen überhaupt, sowie bei den aus den Flanschen der Schweisseisenträger entnommenen Proben konnten Brüche nicht erzielt werden. Die Schweissnäthe öffneten sich wol auch, allein das Oeffnen trat später als bei den Kaltbiegeproben, meist erst beim Falten auf. Die Warmbiegeprobe hat das Stegmaterial der Schweisseisenträger ähnlich der Kaltbiegeprobe bestanden. Mehr oder weniger tief greifende Querrisse traten beim Falten in der Regel auf (vergl. die folgenden Zusammenstellungen).

d) **Schweissprobe** (Probe auf Schweissbarkeit).

Das zur Fabrication von Trägern verwendete Thomasfluss- und das Schweissschmiedeisen bezüglich der Güte der Schweissbarkeit zu prüfen, bezweckt die Schweissprobe. Bekanntlich existirt derzeit keine Norm, keine brauchbare Scala, die den Grad der Schweissbarkeit des schmiedbaren Eisens zahlenmässig auszudrücken gestatten würde. Bei den mannigfachen Umständen, die die Güte der Schweissung ein und desselben Eisens beeinflussen, dürften auch Schweissscalen von zweifelhaftem Werthe bleiben, dies um so mehr als mit wachsender Reinheit und Zähigkeit des Materials die absolute Schweissbarkeit keineswegs wächst.

Zur Prüfung der Schweissbarkeit des Eisens eignet sich die Zerreissprobe ganz vorzüglich. Hr. Oberingr. Erhardt

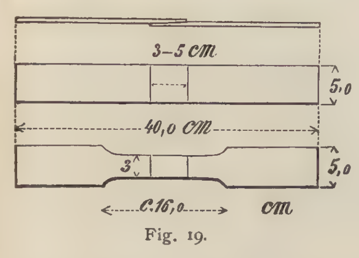


Fig. 19.

hat denn auch nach Anleitung der Fig. 16 aus jedem Träger 2 Stäbe theils aus der Flansche, theils aus dem Stege herausarbeiten, in der Mitte durchhauen und die so gewonnenen Stücke nach Fig. 19 durch ein und denselben Schmied zusammenschweissen lassen. Die Procedur der Schweissung war in jeder Beziehung normal. Nach vorangegangener Zurichtung der Enden der zu schweissenden Stücke ertheilte man denselben in einem offenen Schmiedefeuer die nöthige Schweisshitze, schlug die Schweissschlacke ab und vereinigte die Stücke unter Einwirkung gewöhnlicher Handhämmer. Als Schweissmittel diente Quarzsand.

Die geschweissten Stäbe wurden nachträglich in die übliche Zerreissform gebracht. Auf die Bearbeitung der Oberflächen der geschweissten Versuchstäbe ist insofern besonderes Gewicht gelegt worden, als dass, um Stäbe mit tadelloser Beschaffenheit der Oberflächen zu versenden, der bearbeitete Schaft der Versuchstäbe solange immer wieder abgezogen wurde, bis die letzten Spuren der Schweissfläche verschwanden. Daher konnte es auch nur ausnahmsweise vorkommen, dass die Umrisse der Schweissfläche, dort wo sie auf der Breitseite des Probestabes ausschiefert, sichtbar waren.

Bei der Beurtheilung der Güte der Schweissbarkeit kommen folgende Gesichtspunkte in Betracht:

1. die Anzahl der mit dem gleichen Materiale in geschweisstem und ungeschweisstem Zustande ausgeführten Einzelversuche;

2. die procentuale Anzahl der mit Schweissfehlern, verbrannten Stellen angetroffenen Probestücke;

3. die procentuale Anzahl der ausserhalb der Grenzen der Schweissfläche zerrissenen Stäbe;

4. die procentuale Aenderung der ursprünglichen Zugfestigkeit und Arbeitscapacität des Materials durch die Schweissung. Da nun aber die Schweissung die Festigkeit und Zähigkeitsverhältnisse des ursprünglichen Materials nur local beeinflusst, die genannten Eigenschaften des Materials somit auch nur an der Schweissstelle und deren unmittelbarer Nähe in Betracht fallen,

konnte die appretirte Stablänge, vergl. Fig. 19, auf 16 cm. reducirt werden.

Zugfestigkeit und die Arbeitscapacität des Materials für eine Stablänge von 10 cm., Schweiss- und Bruchstelle eingeschlossen, sind in üblicher Weise, vergl. alin. a dieser Nummer, festgestellt worden.

e **Härtprobe** (Probe auf Härtbarkeit).

Neben der Güte der Schweissbarkeit bildet der Grad der Härtbarkeit des schmiedbaren Eisens das Criterium zu seiner Classification. Bekanntlich bezeichnet man als „Schmiedeisen“ dasjenige schmiedbare Eisen, welches gut schweissbar und nicht härtbar ist. Absolut nicht härtbares Eisen gibt es wohl kaum; nach unsern Versuchen erleidet selbst ein weiches Holzkohleneisen durch Härtung eine, wenn gleich nur oberflächliche Zustandsänderung. Aller Wahrscheinlichkeit nach besteht ein allmäliger Uebergang von der oberflächlichen zur durchgreifenden, den Stahl charakterisirenden Härtbarkeit des schmiedbaren Eisens; allein die Abstufungen und Grenzen innerhalb welchen das Eisen als Schmiedeisen oder Stahl zu bezeichnen sei, sind derzeit noch weitern Forschungen vorbehalten. Aus diesen Gründen hat unsere Härtprobe blos den Zweck das relative Maass, die relative Grösse der Härtbarkeit der zur Trägerfabrikation in Neunkirchen verwendeten Eisensorten zu bestimmen, ohne im Uebrigen auf die Entscheidung einzutreten, ob durch den ausgewiesenen Grad der Härtbarkeit, das Thomasflusseisen mit Recht in die Categorie des „Schmiedeisens“ zählt.

Zur zahlenmässigen Feststellung der Grösse der physikalischen Zustandsänderung des auf Hellrothgluth erhitzten, hierauf in kaltem Wasser plötzlich abgeschreckten Stummschen Trägereisens liess der Berichterstatter aus einer Reihe Fluss- und schweisseiserner Träger, nach Anleitung von Fig. 16 und Fig. 17 theils aus dem Steg theils aus den Flanschen Zerreissproben herausarbeiten, abschrecken und hierauf in regelrechter Weise appretiren. Durch das Härtnen und die nachträgliche Bearbeitung des Versuchstabes sollte die Kruste, der Effekt der Procedur des Härtnens von Schweissschmiedeisen entfernt werden. Bei gleicher Behandlung des Flusseisens, die Grösse der Aenderung seiner ursprünglichen Festigkeit und Arbeitscapacität zu ermitteln, bezweckt, wie bereits erwähnt, die eingeleitete Härtprobe.

f) Die Biegeprobe mit ganzen Gebrauchstücken.

In der Kette unserer Untersuchungen spielt die Biegeprobe an ganzen Gebrauchstücken wohl die hervorragendste Rolle; ihr fällt die Aufgabe zu, die Resultate der übrigen, lediglich auf Kennzeichnung der Materialqualität abzielenden Versuche zu bestätigen und gleichzeitig Festigkeitscoefficienten für das Baugewerbe zu liefern.

Die Wahl der Grösse der zulässigen Inanspruchnahme des Materials in den äussersten Fasern der relativ beanspruchten Träger, wie solche insbesondere auch in den unterschiedlichen Albums der Eisenhüttenwerke zu finden sind, entbehrt jeder Begründung. Die angesetzten Coefficienten basiren nicht auf Versuchen; man hätte sonst erkennen müssen, dass die Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Träger in bestimmten Verhältnissen zur Schwierigkeit der Fabrikation stehen, somit durch jene Faktoren, die die Güte der Schweissung, den Grad der Durcharbeitung des Materials etc. beeinflussen, mit beeinflusst werden. Aus unsern Versuchen geht unzweifelhaft hervor, dass mit wachsender Profilhöhe die Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse abnehmen und wenn schon speciell das Maass der Abnahme der Biegungsfestigkeit (Spannung bei d. max. Belastung) wohl zum Theil durch die Art der Probeausführung bedingt ist, so ist doch die Variation der genannten Werthzahlen immerhin so gross, dass von constanten zulässigen Spannungscoefficienten, gleich ob mit bestimmter Sicherheit gegen Elasticitätsgrenze oder gegen Bruch (max. Biegspannung) schlechterdings keine Rede sein kann.

Bei Anlass der Programmentwicklung drängte sich in erster Linie die Frage der Länge der Biegeproben zur Entscheidung auf. Unsere maschinellen Einrichtungen gestatten Biegeversuche blos durch concentrirte Belastungen auszuführen; nun ist aber klar, dass diese Belastungsart eine vorzeitige, locale Deformation des Steges nach sich ziehen muss, wenn die Trägerhöhe zur Stützweite nicht in einem bestimmten, wir wollen sagen (für die angenommene Schmiedenbreite an der Angriffstelle der Kraft) im günstigsten Verhältnisse steht. Die Weitläufigkeit der Bestimmung der günstigsten Verhältnisse für sämmtliche zur Prüfung beantragten Profile, die Wahrscheinlichkeit, dass diese Verhältnisse für Fluss- und Schweisseisen nicht übereinstimmen, schliesslich die nachträglich constatirte Vermuthung, wonach in Folge von Fabrikationsverhält-

nissen vorzeitige Verbiegungen überhaupt nicht zu vermeiden sind, veranlasste dass sämmtliche Biegeversuche an 1,70 m. langen Trägerabschnitten ausgeführt wurden.

Die Lagerung der Träger geschah auf keilförmigen, cylindrisch abgerundeten, gusseisernen Lagerklötzen, die auf die alten Pendel der Werder'schen Maschine aufgesteckt und durch kräftige Stellschrauben unwandelbar fixirt wurden. Die Stützweite betrug durchweg 1,5 m. Der Kraftangriff erfolgte auf die Balkenmitte concentrirt. Schädliche Eindrücke der keilförmigen Schneide des mittlern, gegen das Prüfungsobjekt gepressten Wagens zu vermeiden, wurde nach etlichen Versuchen eine ebene mit abgerundeten Kanten versehene Schneide von 8 cm. Breite angenommen und bei sämmtlichen Biegeproben beibehalten.

Zur Messung der elastischen Durchbiegungen dienten Bauschinger's Gradbogenapparate. Von diesen wurde der eine in der Richtung der Kraftäusserung in der Trägermitte, die beiden andern an den Auflagerstellen in entgegengesetzter Richtung montirt. Diese Anordnung gestattete die absoluten Durchbiegungen des Trägers für die jeweilige Belastung recht genau zu erheben, somit die Elasticitäts- und Grenzmoduli sowie die Biegungsarbeit an der Elasticitätsgrenze zu berechnen.

Zur Aufnahme der Biegungspfeile jenseits der Elasticitätsgrenze, also zur Messung des einen der Elemente der Arbeitsdiagramme der Biegungsfestigkeit, wurde ein einfacher, cylindrischer Maassstab mit Millimetertheilung und entsprechenden Nonius für 0,1 mm. verwendet. Nach jeweiliger Erledigung der Elasticitätsmessung wurden die Gradbogenapparate demontirt und konnte mit besagtem Maassstabe weiter gearbeitet werden.

Auf bestimmte Dauer der Krafteinwirkung ist keine Rücksicht genommen worden; die Ablesungen auf den Gradbögen, beziehungsweise auf dem Nonius des Maassstabes geschah ähnlich wie bei der Qualitätsprobe im Momente, wo die Luftblase der Libelle des Wagebalkens der Werder- Maschine einspielte.

Eine Zerstörung der Materialcohaesion durch Bruch konnte weder bei den Fluss- noch Schweisseisenträgern erzielt werden. Selbst das Oeffnen der Schweissnähte der Flanschen der geschweissten Träger war, hauptsächlich wohl in Folge des meist relativ geringen Biegungspfeils, welchen die Probe ergab, nur ausnahmsweise bei einigen hohen Profilen zu consteatirn.

Im Allgemeinen verhielten sich Fluss- wie Schweisseisenträger gegen gewaltsame Durchbiegung jenseits der Elasticitätsgrenze ganz ähnlich. Bis zu einem, beim Flusseisen schärfer als beim Schweisseisen ausgesprochenen Momente wuchsen die Durchbiegungen unerheblich. Von diesem Momente, welcher mit der „Streckgrenze" der Zerreissprobe correspondirt, und als Bieggrenze bezeichnet wurde, wachsen die Durchbiegungen unverhältnissmässig oft auch unregelmässig gegen die Grenze, wo der Träger in Folge Verbiegung des Steges sein Tragvermögen verliert. Diese Grenze, die als Fliessgrenze bezeichnet werden könnte, war durch Sinken der Wage ziemlich scharf ausgesprochen. Die Belastung des Trägers an der Fliessgrenze diente zur Berechnung der Maximal-Faserspannungen nach der bekannten, im Grunde genommen blos innerhalb der Elasticitätsgrenze gültigen Biegungsformel. Von einer Biegungsfestigkeit konnte, wie bereits erwähnt, nicht die Rede sein, weil eine effective Trennung der Theile, ein Bruch nicht zu erzielen war.

Die Verbiegung des Steges, die das Windschiefwerden des Stabes nach sich zog, trat local in Nähe der Angriffstelle der Kraft auf und war insbesondere bei den hohen Profilen deutlich ausgeprägt. Bei gleicher Stützweite, gleicher Profilhöhe und gleichem Material, mit einem Worte unter sonst gleichen Verhältnissen erschien die besagte Verbiegung des Steges desto später, also bei einer desto höhern Faserspannung, je exacter die Walzung und die Geraderichtarbeit des Trägers gewesen. Geringe Abweichungen der grossen Hauptträgheitsaxe des Profils von der Kraftrichtung, Abweichungen die bei langen Stäben in praxi aus Fabrikationsgründen kaum zu vermeiden sind, verursachen, dass, sowohl bei hohen als niedrigen Profilen, bei Trägern in Fluss- oder Schweisseisen die bereits mehrfach erwähnten Verbiegungen des Steges sich vorzeitig, oft schon bald nach Ueberschreiten der Bieggrenze einstellen. Bei exact gewalzten und gut gerichteten Trägern, tritt unter Einwirkung concentrirter Belastungen der Steg in eine Art labilen Gleichgewichtszustandes, in welchem er sich nach oben oder unten ausbiegen könnte, sofern nicht die Construction des Biegeapparates die Richtung der Durchbiegung bestimmen würde, wie dies beispielsweise bei der Werder'schen Maschine der Fall ist. Die Belastungsgrösse, welche zur Herbeiführung des besagten labilen Gleichgewichtszustandes des Steges erforderlich ist, hängt in erster Linie von der Form und Stärke des Steges selbst ab; sie wird durch die Belastungslänge (Schneidenbreite)

beeinflusst und ist im übrigen sowohl von der Materialbeschaffenheit, als insbesondere auch vom Verhältnisse der Trägerhöhe zur Stützweite, abhängig.

Weil all' die Umstände, die die vorzeitige Verbiegung des Steges beeinflussen, auch die Grösse der maximalen Biegungsspannungen, insbesondere auch die Biegungsarbeit nachtheilig beeinflussen, so können weder jene, noch diese als zuverlässiger Werthmesser der Träger gelten. Aus diesen Gründen ist es auch kaum zulässig, die hier erhobenen max. Biegungsspannungen zu verallgemeinern und zur Feststellung der Grösse der zulässigen Inanspruchnahme relativ beanspruchter Träger überhaupt zu verwerthen. In dieser Hinsicht bleibt die Elasticitätsgrenze, weil von all' den vorstehend entwickelten Verhältnissen völlig unabhängig, maassgebend und werden die vom Boden des Grenzmoduls (specif. Faserspannung an der Elasticitätsgrenze) festgestellten zulässigen Spannungscoefficienten nicht allein für den Fall der concentrirten, sondern auch für den ungleich wichtigern der gleichmässig vertheilten Belastung, somit allgemeine Gültigkeit haben.

Ungeachtet der im Vorstehenden entwickelten, mit der Art der Probeausführung zusammenhängenden ungünstigen Verhältnisse hat die Biegeprobe an ganzen Gebrauchsstücken das hochwerthigere Material als solches unzweifelhaft gekennzeichnet; die Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse sowie die durch die Biegungsarbeit ausgewiesene Leistungsfähigkeit der Träger ist in Uebereinstimmung mit der Qualitätsprobe zu Gunsten des Flusseisens ausgefallen. Die Resultate der Schweissproben fanden in der Biegeprobe mit ganzen Gebrauchsstücken eine entsprechende Bestätigung. (Weiteres vergl. die Zusammenstellung der Resultate.)

g) **Die Schlagprobe.**

Die Schlagprobe an ganzen Gebrauchsstücken bezweckt die Erprobung der Bruchsicherheit, der Zuverlässigkeit des Materials gegenüber selbst ausnahmsweise intensiven Stoss- und Schlagwirkungen. Wir hatten dieselbe, vergl. die Einleitung, in zweifacher Form ausgeführt, nämlich:

1. an gewöhnlichen Gebrauchsstücken,

2. an solchen Träger-Abschnitten, deren eine Flansche durch Ansägen oder scharfes Anhauen mittelst Kreuzmeisel absichtlich beschädigt worden war.

Die erst angeführte Probe bezweckt, im Sinne vorstehender Auseinandersetzungen, die Prüfung der Bruchsicherheit des Materials überhaupt, während Probe 2 dem Einflusse zufälliger Beschädigungen der Träger Rechnung tragen soll. Zu diesem Ende wurden die gespannten Flanschen sämmtlicher Prüfungsobjecte der 2. Kategorie auf die ganze Breite entweder auf ca. 1,5 *mm* Tiefe angesägt oder auf ca. 2,0 *mm* Tiefe scharf angehauen.

In Ermangelung eines eigenen Schlagapparats mussten sämmtliche Proben auf dem entsprechend reconstruirten Schienenschlagwerke der schweiz. Nordost-Bahn ausgeführt werden. Bezüglich der Construction und Ausrüstung dieses Schlagwerks diene folgende Bemerkung:

Auf einem ca. 1,5 *m* in den Boden greifenden Bétonklotze ist ein aus starkem Doppel-T Eisen zuzammengenieteter Rahmen angebracht, der die beiden keilförmig abgerundeten Auflagerschneiden trägt. Seitlich dieser Schneiden wurden dreieckförmige, aus Stahlblech und Winkeleisen gebildete Führungsrahmen an das Gestelle genietet, welche das zwischengeschobene, auf den Lagerschneiden aufgesetzte Prüfungsobject gegen Umkippen sichern sollten. Mittelst hölzenen, leicht angetriebenen Keilen wurde jedes Probestück zwischen die Führungsbacken vertical eingeklemmt. Die Distanz der Auflagerschneiden betrug genau 1,0 *m*.

Die Schlagproben mit Trägern von 10 bis incl. 16 *cm* Höhe sind mit einem Rammbär von 300 *kg*, alle übrigen mit einem solchen von 500 *kg* Gewicht ausgeführt worden. Die abgerundeten Aufschlagflächen der Rammbäre hatten 3 *cm* Breite. Die Führung der Rammbäre war und blieb auch nach Einlegen kleiner *U*-Eisen, in welchen die angegossnen Lappen der Rammbäre spielten, mangelhaft. Diesem Umstande ist hauptsächlich zu danken, dass die Träger mitunter schon vorzeitig aus der Verticalebene gewichen und windschief geworden sind. Die Fallhöhe somit die pro Schlag geleistete Arbeit ist proportional dem Widerstandsmomente des betreffenden Profils angenommen und Profil für Profil für das Gewicht des verwendeten Rammbärs vorangehend berechnet worden. Als Ausgangsquote diente beim D. N. P. Schweiss-

eisen Nr. 24 die Fallhöhe von 2 *m* entsprechend einer Arbeit von 1,0 *tnm*, bei welcher erfahrungsgemäss die Schweissnäthe der Flanschen beim ersten Schlag noch geschlossen blieben. Jeder Träger erhielt 2 Schläge aus der berechneten, ferner soviel Schläge aus der doppelten Höhe, als nöthig war, um den Träger sei es durch Bruch oder Windschiefe völlig unbrauchbar zu machen. Nach den ersten beiden, womöglich noch nach dem 3. Schlage ist die Durchbiegung an der unteren Trägerflansche gemessen und protokollirt worden. Nach jedem Schlage wurde der Träger untersucht und sein Zustand kurz beschrieben. Dem Auftreten der ersten Brucherscheinung (metallischer Bruch) wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt und ist die Arbeit zur Erzielung metallischen Bruches als maassgebend angesehen worden.

Absichtlich wurden sämmtliche Schlagproben während der Frost-Tage des Januars l. J. ausgeführt. Der Boden war schneebedeckt und gefroren; die Lufttemperatur schwankte zwischen $\pm 2^0$ C.

Die Maass- und Gewichtsverhältnisse sämmtlicher zur Prüfung eingesandten Profile, sowie die auf die Schlagprobe bezüglichen Angaben sind auf Taf. III übersichtlich zusammengestellt und bedürfen wohl keiner weitern Erläuterung. (Ueber die gewonnenen Resultate, vergl. die folg. Zusammenstellungen.)

h) Proben auf Lochbarkeit.

Der Einfluss der verschiedenen Lochungsmethoden auf die Festigkeitsverhältnisse ist beim Schweisseisen geschweige denn beim Flusseisen noch immer nicht genügend abgeklärt. Der Berichterstatter hat daher Veranlassung genommen, das Bohren und Stanzen gegeneinander sowie im Vergleiche zur Festigkeit des ungelochten Materials im Rahmen der vorliegenden Untersuchung, soweit als die disponiblen Mittel und das Versuchsmaterial reichte, abzuwägen.

Zu diesem Ende wurden meist ausrangirte Biegeproben, also die mehrfach erwähnten 1,70 *m* langen Trägerabschnitte in der bekannten Maschinenfabrik von Escher-Wyss & Comp. in Zürich gehälftet und behufs Verstärkung auf die Enden der gewonnenen Stücke Laschen aufgenietet. Die so armirten Versuchstäbe wurden nun theils durch Bohren, theils durch Stanzen

gelocht, worauf nach Anleitung untenstehender Fig. 20 Flanschen

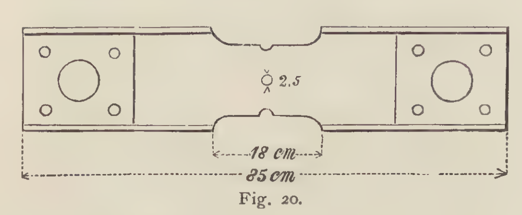


Fig. 20.

und ein Theil des Steges weggefräst wurden. Von jedem ursprünglich 1,70 *m* langen Barren sind also zwei Probestäbe in genau gleicher Weise hergestellt worden; der eine dieser Stäbe gelangte ohne Weiteres, — der andere stets in entsprechend ausgeglühtem Zustande zur Probe. Bei einzelnen Stäben mit gestanzten Löchern wurden diese unmittelbar vor dem Versuch um 1 *mm* ausgerieben.

Auf diese Weise erhielt man zur Vergleichung:

die Festigkeit des ungelochten Materials (aus der vorangegangenen Qualitätsprobe)
„ „ des gestanzten, nicht ausgeglühten
„ „ „ „ und „ Materials.

Ferner:

die Festigkeit des Materials mit gestanzten und nachträglich ausgeriebenen Löchern.
„ „ des gebohrten, nicht ausgeglühten
„ „ „ „ und „ Materials.

Zur Untersuchung wurde hauptsächlich das Flusseisen beigezogen; des Vergleichs wegen fand indessen auch das Schweisseisen Berücksichtigung. Die Proben mit letzterm sind jedoch wegen der höchst wechselnden Beschaffenheit des Stegmaterials von geringerem Interesse, und die gewonnenen Resultate zur Vergleichung nicht unbedingt brauchbar.

Sämmtliche Löcher erhielten 2,5 *cm* Durchmesser. Der Durchmesser des Stempels und der Matrize der Stanzmaschine betrug 2,50 resp. 2,60 *cm*.

Die gebohrten Löcher waren durchweg tadellos; die gestanzten zeigten mehr oder weniger starke Schiefer. Die Oberfläche der gestanzten, nicht ausgeglühten Probestäbe in Flusseisen zeigte in einigen Fällen eine merkwürdige Zeichnung. Man sah scharf ausgeprägt zwei Systeme gekrümmter Linienzüge, die vom Lochumfang ausgehend, auf der Staboberfläche

allmälig verliefen und die oft mit mehr oder weniger auffallender Regelmässigkeit, insbesondere in der Nähe des Loches, sich unter einem Winkel von ca. 90° schnitten. In Fig. 21 geben wir die Abbildung eines seitlichen, in Fig. 22 diejenige eines mittleren Loches mit den angrenzenden Linienzügen.

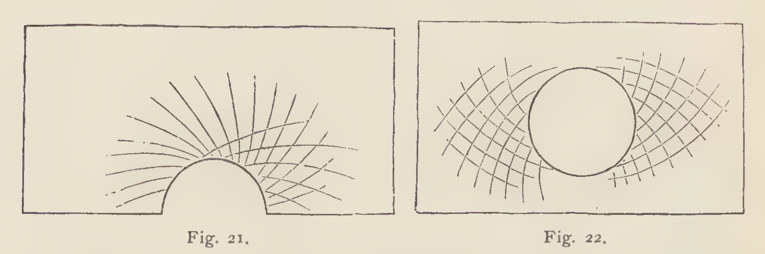


Fig. 21. Fig. 22.

(Bezüglich der Resultate der Lochungsproben vgl. die folgenden Zusammenstellungen).

Zur näheren Orientirung, namentlich um das Messverfahren, den Gang der Beobachtung darzulegen, lassen wir eine complete Protokoll-Ausfertigung, wie solche den Auftraggebern, den Hrn. Geb. Stumm in Neunkirchen übermittelt wurden, hier folgen. Wir erwählten hiezu die Ausfertigung der am Fluss- und Schweisseisen-Träger von 19 *cm* Höhe gewonnenen Versuchsresultate. Das deutsche Normalprofil Nr. 19 steht ziemlich an der Grenze der mittelhohen Profile. Mit dem Materiale dieser Träger wurden Härtproben nicht ausgeführt; auch zu Schlagproben mit beschädigten Flanschen fand das Profil Nr. 19 keine Verwendung. Dagegen sind mit diesem mehrere Lochungsproben, vgl. die bezügliche Zusammenstellung der Resultate, ausgeführt, die im Rahmen der folgenden Ausfertigung lediglich aus Gründen der Reduktion des Umfangs der ganzen Arbeit nicht weiter angeführt werden. Die Arbeitsdiagramme der Zerreiss- und Biegeproben befinden sich auf Taf. IV; die Disposition derselben lässt auf den ersten Blick das Werthverhältniss des Fluss- und Schweisseisens in den Flanschen und im Stege, ferner in geschweisstem und ungeschweisstem Zustande, erkennen. Fassbar tritt hier die Ueberlegenheit des Flusseisens gegenüber dem Schweisseisen auf. Aus den Diagrammen der Schweissproben geht die interessante, übrigens bekannte Thatsache hervor, dass durch Schweissung und damit verbundene Schmiedearbeit das ursprüngliche Werthverhältniss gut schweissbaren Schweisseisens mitunter gehoben, die Qualität verbessert werden kann.

Die einzelnen Figuren der Tafel tragen die Nummern der Protokoll-Ausfertigung beigeschrieben, auf die sie sich beziehen, und bedürfen somit keiner weitern Erläuterung.

Folgende Zusammenstellung gibt eine Uebersicht der wichtigsten, in der Protokoll-Ausfertigung gebrauchten Bezeichnungen:

Qualitätsprobe:

ε in *tn* per cm^2 bezeichnet den Elasticitätsmodul; er ist berechnet aus $\varepsilon = \frac{P \cdot l}{\Delta l \cdot F}$ worin:

P die Kraft (gleich 1 *tn*); l die beobachtete Stablänge (= 15 *cm*): Δl die der Kraft P correspondirende Verlängerung und F den ursprünglichen Querschnitts-Inhalt des Stabes bezeichnet. Ferner bedeutet:

γ in *tn* pro cm^2 Grenzmodul (specif. Spannung an der Elasticitätsgrenze);

ϱ in *tn* pro cm^2 die specif. Spannung an der Streckgrenze;

β die Zugfestigkeit des Materials. Ebenso:

A in *tn cm* die Deformationsarbeit eines Stabstückes von *10 cm* ursp. Länge; sie wurde durch Ausmaass des zugehörigen Arbeitsdiagramms bestimmt.

α ist die specif. Deformationsarbeit (bezogen auf die Volumeneinheit des Probestabes).

c des Verfassers Qualitätscoefficient = dem Produkte aus specif. Zugfestigkeit in die relative Dehnung nach Bruch, bezogen auf 20 *cm* urspr. Stellung.

Biegeprobe.

ε in tn pro cm^2 ist der Elasticitätsmodul der Biegungsfestigkeit; er wurde aus $\varepsilon = \frac{1}{48} \frac{P\, l^3}{f \cdot J}$ berechnet, worin:

P die concentrirte Belastung der Balkenmitte ($P = 1{,}0$ *tn*),

l die lichte Spannweite ($l = 150$ *cm*),

f in *cm* die der Belastung P correspondirende Durchbiegung, endlich

J in *cm* den Trägheitsmoment des Profils bezeichnet.

γ in *tn* pro cm^2 bedeutet die Spannung der äussersten Fasern an der Elasticitätsgrenze;

ϱ in *tn* pro cm^2 bedeutet die Spannung der äussersten Fasern an der Bieggrenze;

β in *tn* pro cm^2 bedeutet die Spannung der äussersten Fasern bei der Maximaltragkraft.

Diese Grössen wurden selbstredend aus der Biegungsformel:

$$\varrho = \frac{M}{W} \text{ berechnet, worin:}$$

M in *tn cm* das betreffende Angriffsmoment,

W in *cm* das angebliche Widerstandsmoment des Profils bezeichnet.

Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien

am schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Mit Schreiben vom 16. September 1884 beantragte die Direction des Stumm'schen Eisenwerkes in Neunkirchen bei Saarbrücken die vergleichende Werthbestimmung einer Reihe deutscher Normalprofile in **Fluss-** und **Schweisseisen.**

Das uns zur Disposition gestellte Material wurde Profil für Profil nach folgenden Richtungen geprüft:

1. **Qualität des Materials** im Stege und Flanschen der Träger u. z.:
   a. durch Feststellung der Zugfestigkeit:
   b. durch Kaltbiegeproben;
   c. durch Warmbiegeproben;
   d. durch Schweissproben;
   e. durch Härtproben.

2. **Qualität des fertigen Productes** an ganzen Gebrauchstücken:
   a. durch Feststellung der Elasticität und Biegungsfestigkeit;
   b. durch Feststellung der Widerstandsfähigkeit gegen Stosswirkungen;
   c. durch Feststellung der Lochbarkeit des Materials.

№ 1. **Zugfestigkeit.** **Flusseisen.**

Umfassende Qualitätsprobe.

Prüfungsobject: aus der Flansche eines flusseisernen Trägers, deutsch. N.-Profil No. 19 entnommen.

Querschnittsfläche: $F = b \, . \, c = 2{,}98 \, . \, 0{,}75 = 2{,}24 \; cm^2$.

Belastung P *tn*	ursprünglicher Querschnitt F cm^2	Dehnungen pro l *cm*	Δl $\frac{cm}{1000}$	Diff.	l_0 *cm*	Δl_0 *cm*	Diff.
0,00	2,24	15,0	0,00	6,03			
2,00			6,03				
0,00		+	0,03	6,06			
2,00			6,09				
0,00		+	0,04	1,51			
,50			1,55	1,50			
1,00			3,05	1,53			
,50			4,58	1,52			
2,00			6,10	1,56			
,50			7,66	1,54			
3,00			9,20	1,55			
,50			10,75	1,55			
4,00			12,30	1,53			
,50			13,83				
				1,86	Elast.-Grenze		
5,00			15,69				
0,00		+	0,41				
0,00	2,24				10,00	0,00	
5,00						0,00	
,50						0,00	
,75						0,00	
,80			Streckgrenze				
6,00						0,27	
,50						0,37	
7,00						0,46	
,50						0,65	
8,00						1,86	
,50						1,28	
,75						1,77	
9,00	Wage fällt ab					2,60	
9,00	Bruch.						

Bemerkungen

Flachstab sign.: FZA.
Staboberfläche: blank, tadellos.

Mittlere elast. Dehnung pro 1 *tn* Belastung $\Delta l = 0{,}00308$ *cm*.

Elasticitätsgrenze liegt bei 4,75 *tn*.
Streckgrenze liegt bei 5,80 *tn*.

Dimensionen des Bruchquerschnitts:

$b_c = 2{,}03 \; cm$
$c_c = 0{,}50 \; cm$
$F_c = 1{,}02 \; cm^2$

Elasticitätsmodul . . $\varepsilon = 2174$ *tn* pro cm
Grenzmodul . . . $\gamma = 2{,}12$ „ „ „
Spannung a. d. Streck-Grenze . . $\varrho = 2{,}59$ „ „ „
Zugfestigkeit . . . $\beta = 4{,}02$ „ „ „
Deformationsarbeit . $A = 27{,}80$ in *tn cm*
Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 1{,}24$ „ „ „
Bruchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 34{,}0$ in %
Bruchdehnung pro 20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 26{,}5$ „ „
Contraction . . . $\varphi = 54{,}5$ „ „
Qualitätscoefficient . $c = 1{,}07$ in *tn cm*
Bruchfläche bis auf 4 kleine, körnige Einlagerungen homogen; sehnig.
Staboberfläche nach Bruch vollkommen intakt.

No. 2. **Zugfestigkeit.** **Schweisseisen.**

Umfassende Qualitätsprobe.

rüfungsobject: aus der Flansche eines schweisseisernen Trägers, deutsch. N.-Profil No. 19 entnommen.

uerschnittsfläche: $F = b \cdot c = 2{,}97 \cdot 0{,}78 = 2{,}32\ cm^2$.

astung P *tn*	ursprünglicher Querschnitt F cm^2	Dehnungen pro l *cm*	Δl $\frac{cm}{1000}$	Diff.	l_0 *cm*	Δl_0 *cm*	Diff.
,00	2,32	15,0	0,09				
,00			4,96	4,96			
,00		+	0,02				
,00			4,95	4,93			
,00		+	0,03				
,50			1,66	1,63			
,00			3,33	1,63			
,50			4,97	1,64			
,00			6,65	1,68			
,50			8,31	1,66			
,00			9,98	1,67			
					Elast.-Grenze		
,50			11,85	1,87			
,00			14,12	2,27			
,00		+	0,65				
,00	2,32				10,0	0,00	
,00						0,00	
,00						0,00	
,25						0,00	
		Streckgrenze					
,50						0,09	
,00						0,20	
,50						0,33	
,00						0,48	
,50						0,68	
,00						1,03	
,25						1,32	
,50	Wage fällt ab					1,60	
,50	Bruch.						

Bemerkungen

Flachstab sign.: S Z A

Staboberfläche: blank, zeigt einzelne Schweissnäthe, sonst tadellos.

Mittlere elast. Dehnung pro 1 *tn* Belastung $\Delta l = 0{,}00333\ cm$.

Elast. Grenze liegt bei 3,25 *tn*

Streckgrenze liegt bei 5,38 *tn*

Dimensionen des Bruchquerschnitts:

$b_c = 2{,}70\ cm$

$c_c = 0{,}66\ cm$

$F_c = 1{,}78\ cm^2$

Elasticitätsmodul . $\varepsilon = 1941$ *tn* pro cm^2

Grenzmodul . . . $\gamma = 1{,}40$ „ „ „

Spannung a. d. Streck-Grenze . . . $\varrho = 2{,}32$ „ „ „

Zugfestigkeit . . . $\beta = 3{,}67$ „ „ „

Deformationsarbeit . $A = 13{,}6$ in *tn cm*

Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 0{,}59$ „ „ „

Bruchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 18{,}0$ in %

Bruchdehnung pro 20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 16{,}5$ „ „

Contraction . . . $\varphi = 23{,}3$ „ „

Qualitätscoefficient . $c = 0{,}61$ in *tn cm*

Bruchfläche sehnig mit einigen körnigen Einlagerungen.

Staboberfläche nach Bruch stark kantenrissig; in Folge dessen beginnt Bruch an einer Kante.

№. 3. **Zugfestigkeit.** **Flusseisen.**

Umfassende Qualitätsprobe.

Prüfungsobject: aus dem Stege eines flusseisernen Trägers, deutsch. N.-Profil No. 19 entnommen.

Querschnittsfläche: $F = b \cdot c = 2{,}98 \cdot 0{,}67 = 2{,}00\ cm^2$,

Belastung P tn	ursprünglicher Querschnitt F cm^2	Dehnungen pro l cm	Δl $\frac{cm}{1000}$	Diff.	l_0 cm	Δl_0 cm	Diff.	Bemerkungen
0,00	2,00	15,0	0,00					**Flachstab** sign.: F_eZB.
1,50			5,33	5,33				Staboberfläche: blank, tadellos.
0,00			0,00					
1,50			5,33	5,33				Mittlere elast. Dehnung pro 1 *tn* Bela-
2,00			7,11	1,78				stung $\Delta l = 0{,}0036\ cm$.
,50			8,91	1,80				Elast.-Grenze liegt bei 4,75 *tn*
3,00			10,69	1,78				Streckgrenze liegt bei 6,12 *tn*
,50			12,56	1,87				
4,00			14,39	1,83				
,50			16,20	1,81				Elasticitätsgrenze.
5,00			18,15	1,95				**Dimensionen des Bruchquerschnitts:**
,50			20,14	1,99				$b_c = 2{,}16\ cm$
6,00								$c_c = 0{,}42\ cm$
								$F_c = 0{,}91\ cm^2$
								Elasticitätsmodul . $\varepsilon = 2083$ *tn* pro *cm*
								Grenzmodul . . . $\gamma = 2{,}37$ „ „ „
								Spannung a. d.
0,00	2,00				10,00	0,00		**Streck-Grenze** . $\varrho = 3{,}06$ „ „ „
6,00						0,00		**Zugfestigkeit** . . . $\beta = 4{,}44$ „ „ „
,12			Streckgrenze					**Deformationsarbeit** . $A = 25{,}36$ in *tn cm*
,25						0,22	0,22	**Specif. Def.-Arbeit** . $\alpha = 1{,}26$ „ „ „
,50						0,27	0,05	**Bruchdehnung** pro
7,00						0,40	0,13	10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 30{,}0$ in %
,50						0,63	0,23	**Bruchdehnung** pro
8,00						0,82	0,19	20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 24{,}0$ „ „
,50						1,22	0,40	**Contraction** . . . $\varphi = 54{,}5$ „ „
,75						1,60	0,38	**Qualitätscoefficient** . $c = 1{,}07$ in *tn cm*
,88	Wage fällt ab					2,40	0,80	**Bruchfläche** homogen, fehlerfrei, ge-
8,88	Bruch.							rändert.
								Staboberfläche nach Bruch vollkommen intakt.

№. 4. **Zugfestigkeit.** **Schweisseisen.**

Umfassende Qualitätsprobe.

Prüfungsobject: aus dem Stege eines schweisseisernen Trägers, deutsch. N.-Profil No. 19 entnommen.

Querschnittsfläche: $F = b \cdot c = 2{,}98 \cdot 0{,}7 = 2{,}09\ cm^2$.

Belastung P *tn*	ursprünglicher Querschnitt F *cm²*	Dehnungen pro l *cm*	Δl $\frac{cm}{1000}$	Diff.	l_0 *cm*	Δl_0 *cm*	Diff.	Bemerkungen
0,00	2,09	15,0	0,00					**Flachstab** sign.: S_cZB.
1,50			5,70	5,70				Staboberfläche: ist nicht ganz sauber, sonst normal.
0,00			0,00					
1,50			5,73	5,73				Mittlere elast. Dehnung pro 1 *tn* Belastung $\Delta l = 0{,}0038\ cm$.
0,00		+	0,01					
,50			1,92	1,91				
1,00			3,84	1,61				Elast.-Grenze liegt bei 2,25 *tn*.
,50			5,74	1,90				Streckgrenze liegt bei 4,38 *tn*.
2,00			7,60	1,86				Elasticitätsgrenze.
,50			9,64	2,04				
3,00			11,82	2,18				
,50			14,11	2,29				**Dimensionen des Bruchquerschnitts:**
0,00		+	0,65					$b_c = 2{,}85\ cm$
								$c_c = 0{,}63\ cm$
								$F_c = 1{,}80\ cm^2$
								Elasticitätsmodul . . $\varepsilon = 1889$ *tn* pro *cm²*
								Grenzmodul . . . $\gamma = 1{,}08$ „ „ „
0,00	2,09				10,00	0,00		**Spannung a. d.**
3,50						0,00	0,00	**Streck-Grenze** . . $\varrho = 2{,}09$ „ „ „
4,00						0,00	0,00	**Zugfestigkeit** . . . $\beta = 3{,}23$ „ „ „
,25						0,00	0,00	**Deformationsarbeit** . $A = 6{,}70$ in *tn cm*
,38		Streckgrenze					0,07	**Specif. Def.-Arbeit** . $\alpha = 0{,}32$ „ „ „
,50						0,07		**Bruchdehnung** pro
5,00						0,19	0,12	10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 11{,}5$ in %
,50						0,37	0,18	**Bruchdehnung** pro
6,00						0,56	0,19	20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 11{,}2$ „ „
,50						0,90	0,34	**Contraction** . . . $\varphi = 13{,}9$ „ „
,75	Wage fällt ab					1,10	0,20	**Qualitätscoefficient** . $c = 0{,}36$ in *tn cm*
6,75	Bruch.							**Bruchfläche** kurz sehnig.
								Staboberfläche nach Bruch feinschuppig, rauh, zahlreiche kleine Anrisse.

№ 5.

Zugfestigkeit.

№ 6.

Reducirte Qualitätsprobe.

Flusseisen. **Schweisseisen.**

Probe entnommen der Flansche eines deutsch. Normalprofils No. 19

№ 5. Flusseisen.

Belastung P tn	Dimensionen b cm	c cm	Querschnitt F cm^2	Dehnung Δl_0 pro 10 cm	Bemerkungen
0,00	2,99	0,74	2,21	0,00	**Flachstab** sign.
4,00				0,00	F Z A
5,00				0,00	Staboberfläche tadellos.
,75				0,00	Streckgrenze
6,00				0,20	
,50				0,35	
7,00				0,49	**Dimensionen**
,50				0,65	**des Bruch-**
8,00				0,91	**querschnits:**
,50				1,42	$b_c = 2{,}0$ *cm*
,80	Wage fällt ab			2,50	$c_c = 0{,}41$ *cm*
8,00	Bruch				$F_c = 0{,}82$ cm^2

Spannung an der Streck-Grenze . $\varrho = 2{,}66$ *tn* pro cm^2
Zugfestigkeit . . . $\beta = 3{,}99$ " " "
Deformationsarbeit . $A = 30{,}00$ in *tn cm*
Specif.-Def.-Arbeit . $\alpha = 1{,}36$ " " "
Bruchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 36{,}0$ in %
Bruchdehnung pro 20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 28{,}5$ " "
Contraction . . . $\varphi^* = 63{,}0$ " "
Qualitätscoefficient . $c = 1{,}14$ in *tn cm*
Bruchfläche homogen, fehlerfrei, sehnig
Staboberfläche vollkommen intakt

*) unsicher.

№ 6. Schweisseisen.

Belastung P tn	Dimensionen b cm	c cm	Querschnitt F cm^2	Dehnung Δl_0 pro 10 cm	Bemerkungen
0,00	2,97	0,71	2,11	0,00	**Flachstab** sign
3,00				0,00	S Z A
4,00				0,00	Staboberfläche norma
,40					Streckgrenze
,50				0,06	
5,00				0,21	
,50				0,32	**Dimensionen**
6,00				0,50	**des Bruch-**
,50				0,76	**querschnitts:**
7,00				1,24	$b_c = 2{,}60$ *cm*
,25	Wage fällt ab			2,08	$c_c = 0{,}59$ *cm*
7,25	Bruch				$F_c = 1{,}53$ *cm*

Spannung an der Streck-Grenze . $\varrho = 2{,}00$ *tn* pro *cm*
Zugfestigkeit . . . $\beta = 3{,}44$ " " "
Deformationsarbeit . $A = 14{,}00$ in *tn cm*
Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 0{,}66$ " " "
Bruchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 21{,}0$ in %
Bruchdehnung pro 20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 18{,}5$ " "
Contraction . . . $\varphi = 27{,}5$ " "
Qualitätscoefficient . $c = 0{,}64$ in *tn cm*
Bruchfläche sehnig, mit einigen Schlacken resten
Staboberfläche unrein; einseitig zahlreich Schweissnäthe, sowie einige Querris vorhanden.

№. 7. **Zugfestigkeit.** №. 8.

Reducirte Qualitätsprobe.

Flusseisen. **Schweisseisen.**

Probe entnommen dem Stege eines deutsch. Normalprofils No. 19.

№. 7. Flusseisen.

Be-lastung P *tn*	Dimensionen *b* *cm*	Dimensionen *c* *cm*	Quer-schnitt F *cm²*	Dehnung Δl_0 pro 10 *cm*	Bemerkungen
0,00	2,98	0,68	2,03	0,00	**Flachstab** sign.
4,00				0,00	FZB.
5,00				0,00	Staboberfläche tadellos.
6,00				0,00	
,25	—			—	Streckgrenze.
,50				0,28	
7,00				0,40	
,50				0,58	**Dimensionen**
8,00				0,80	**des Bruch-**
,50				1,20	**querschnitts:**
,75				1,70	$b_c = 2{,}16$ *cm*
9,00	Wage fällt ab			2,70	$c_c = 0{,}44$ *cm*
9,00	Bruch				$F_c = 0{,}95$ *cm²*

Spannung an der Streckgrenze . . $\varrho = 3{,}08$ *tn* pro *cm²*
Zugfestigkeit . . . $\beta = 4{,}43$ „ „ „
Deformationsarbeit . $A = 27{,}00$ in *tn cm*
Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 1{,}33$ „ „ „
Bruchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 32{,}0$ in %
Bruchdehnung pro 20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 27{,}0$ „ „
Contraction . . . $\varphi^* = 53{,}2$ „ „
Qualitätscoefficient . $c = 1{,}20$ „ „
Bruchfläche homogen; flachgewalzte Blase sichtbar; sehnig.
Staboberfläche vollkommen intakt.

*) unsicher.

№. 8. Schweisseisen.

Be-lastung P *tn*	Dimensionen *b* *cm*	Dimensionen *c* *cm*	Quer-schnitt F *cm²*	Dehnung Δl_0 pro 10 *cm*	Bemerkungen
0,00	2,98	0,69	2,06	0,00	**Flachstab** sign.
3,00				0,00	SCB.
4,00				0,00	Staboberfläche normal.
,12	—			—	Streckgrenze.
,25				0,11	
,50				0,15	
5,00				0,27	
,50				0,43	**Dimensionen**
6,00				0,65	**des Bruch-**
,25				0,81	**querschnitts.**
,50				1,07	$b_c = 2{,}85$ *cm*
,70	Wage fällt ab			1,25	$c_c = 0{,}62$ *cm*
6,70	Bruch				$F_c = 1{,}77$ *cm²*

Spannung an der Streck-Grenze . $\varrho = 2{,}00$ *tn* pro *cm²*
Zugfestigkeit . . . $\beta = 3{,}25$ „ „ „
Deformationsarbeit . $A = 8{,}00$ in *tn cm*
Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 0{,}39$ „ „ „
Bruchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 13{,}5$ in %
Bruchdehnung pro 20 *cm* . . . . $\lambda_2 = 12{,}7$ „ „
Contraction . . . $\varphi = 14{,}1$ „ „
Qualitätscoefficient . $c = 0{,}41$ in *tn cm*
Bruchfläche kurz sehnig, deutlich geschichtet.
Staboberfläche unrein, zahlreiche kleine Schüppchen, stellenweise auch Anrisse.

Kaltbiege-Probe.

Ausgeführt bei c. + 2° C. Lufttemperatur.

Flusseisen. **Schweisseisen.**

No.	Dimensionen b *cm*	Dimensionen c *cm*	Biegungs-Winkel α^0	Bemerkungen	*No.*	Dimensionen b *cm*	Dimensionen c *cm*	Biegungs-Winkel α^0	Bemerkungen
Proben entnommen der Flansche eines deutschen Normalprofils No. 19.									
9	5,10	1,13 Bis	— 95°	**Flachstab** sign. FKA maschinell gebogen, sodann von Hand gefaltet (180°); ohne Bruch.	13	5,05	1,09 Bis	— 55°	**Flachstab** sign. SKA maschinell gebogen; wegen Querrissen ausrangirt.
10	4,87	1,13 Bis	— 95°	**Flachstab** sign. F_cKA maschinell gebogen, sodann ausrangirt, ohne Bruch.	14	5,07	1,10 Bis	— 42°	**Flachstab** sign. S_cKA maschinell gebogen; wegen Querrissen ausrangirt.
Proben entnommen dem Stege eines deutschen Normalprofils No. 19.									
11	5,10	0,72 Bis	— 95°	**Flachstab** sign. FKB maschinell gebogen, sodann von Hand gefaltet; ohne Bruch.	15	5,05	0,73 Bis	— 83°	**Flachstab** sign. SKB maschinell gebogen, wegen Querrissen ausrangirt.
12	4,97	0,73 Bis	— 95°	**Flachstab** sign. F_cKB maschinell gebogen und ausrangirt, ohne Bruch.	16	5,05	0,73 Bis	— 95°	**Flachstab** sign. S_cKB maschinell gebogen, sodann von Hand gefaltet; zeigt Querrisse.

Warmbiege-Probe.

Ausgeführt in rothwarmem Zustande der Probekörper.

Flusseisen. **Schweisseisen.**

No.	Dimensionen b cm	c cm	Biegungs-Winkel α^0	Bemerkungen	No.	Dimensionen b cm	c cm	Biegungs-Winkel α^0	Bemerkungen
roben entnommen der Flansche eines deutschen Normalprofils No. 19.									
17	4,97	1,13	—	**Flachstab** sign. FWA Von Hand gefaltet, ohne Bruch.	21	5,08	1,08	—	**Flachstab** sign. SWA Von Hand gefaltet, wobei sich die Schweissnath öffnet.
18	5,11	1,10	—	**Flachstab** sign. F_cWA Alles wie vorher.	22	5,12	1,10	—	**Flachstab** sign. S_cWA Alles wie vorher.
roben entnommen dem Stege eines deutschen Normalprofils No. 19.									
19	5,10	0,31	—	**Flachstab** sign. FWB Von Hand gefaltet, ohne Bruch.	23	5,03	0,72	—	**Flachstab** sign. SWB Von Hand gefaltet; beim letzten Schlage querrissig.
20	5,00	0,71	—	**Flachstab** sign. F_cWB Alles wie vorher.	24	5,04	0,72	—	**Flachstab** sign. S_cWB Von Hand gefaltet, beim letzten Schlage stark querrissig.

№. 25. **Schweissprobe.** №. 26.

Reducirte Qualitätsprobe.

Flusseisen. **Schweisseisen.**

Probe entnommen dem Stege eines deutsch. Normalprofils No. 19.

№. 25. Flusseisen.

Belastung P tn	Dimensionen b cm	Dimensionen c cm	Querschnitt F cm²	Dehnung Δl_0 pro 10 cm	Bemerkungen
0,00	3,21	0,67	2,15	0,00	**Flachstab** sign. F S B.
5,00				0,00	
6,00				0,00	Staboberfläche normal.
7,00				0,00	
,50				0,00	
,60	—			—	Streckgrenze.
,75				0,28	
8,00				0,40	
,50				0,61	
9,00				0,70	**Dimensionen des Bruchquerschnitts:**
,50				0,92	
10,00				1,34	
,25				2,04	$b_c = 2{,}58$ cm
,38	Wage fällt ab.			2,30	$c_c = 0{,}53$ cm
10,38	Bruch.				$F_c = 1{,}33$ cm²

Spannung an der Streck-Grenze . . $\varrho = 3{,}53$ tn pro cm²
Zugfestigkeit . . . $\beta = 4{,}83$ " " "
Deformationsarbeit . $A = 23{,}60$ in tn cm
Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 1{,}10$ " " "
Bruchdehnung pro 10 cm . . . . $\lambda_1 = 25{,}0$ in %
Contraction . . . . $\varphi = 36$ " "

Bruchfläche zeigt nahe der Staboberfläche die Schweissnath.

Staboberfläche in Nähe der Bruchstelle anrissig. Bruchstelle liegt im Drittel der Stablänge, wo Schweissfl. ausschiefert.

№. 26. Schweisseisen.

Belastung P tn	Dimensionen b cm	Dimensionen c cm	Querschnitt F cm²	Dehnung Δl_0 pro 10 cm	Bemerkungen
0,00	3,17	0,67	2,12	0,00	**Flachstab** sign. SSB.
3,00				0,00	
4,00				0,00	Staboberfläche normal.
,50				0,00	
,75	—			—	Streckgrenze.
5,00				0,09	
,50				0,27	
6,00				0,40	
,50				0,58	
7,00				0,89	**Dimensionen des Bruchquerschnitts:**
,15	Wage fällt ab.			1,20	
7,15	Bruch.				
					$b_c = 3{,}00$ cm
					$c_c = 0{,}61$ cm
					$F_c = 1{,}83$ cm²

Spannung an der Streckgrenze . . $\varrho = 2{,}24$ tn pro cm²
Zugfestigkeit . . . $\beta = 3{,}37$ " " "
Deformationsarbeit . $A = 7{,}85$ in tn cm
Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 0{,}37$ " " "
Bruchdehnung pro 10 cm . . . . . $\lambda_1 = 12{,}5$ in %
Contraction . . . . $\varphi = 13{,}7$ " "

Bruchfläche lässt nahe der Staboberfläche die Schweissnath erkennen.

Staboberfläche bis auf wenige Anrisse in Nähe der Bruchstelle intakt. Bruchstelle liegt in der Stabmitte, wo Schweissfläche scheinbar ausschiefert.

№. 27. **Schweissprobe.** №. 28.

Reducirte Qualitätsprobe.

Flusseisen. **Schweisseisen.**

Probe entnommen dem Stege eines deutsch. Normalprofils No. 19.

Flusseisen (№. 27)

Be-stung P tn	Dimensionen b cm	c cm	Quer-schnitt F cm^2	Dehnung Δl_0 pro 10 cm	Bemerkungen
,00	3,35	0,60	2,01	0,00	**Flachstab** sign. F_cSB.
,00				0,00	
,00				0,00	Staboberfläche normal.
,50				0,00	
,70	—			—	Streckgrenze.
,00				0,28	
,50				0,44	
,00				0,57	**Dimensionen**
,50				0,77	**des Bruch-**
,00				1,10	**querschnitts:**
,25				1,53	$b_c* = 2{,}90$ *cm*
,38	Wage fällt ab.			2,04	$c_c* = 0{,}50$ *cm*
,38	Bruch, von einer				$F_c* = 1{,}45$ cm^2
	Kante ausgehend				
	allmählig.				

Schweisseisen (№. 28)

Be-lastung P tn	Dimensionen b cm	c cm	Quer-schnitt F cm^2	Dehnung Δl_0 pro 10 cm	Bemerkungen
0,00	3,16	0,63	1,99	0,00	**Flachstab** sign. S_cSB.
3,00				0,00	
4,00				0,00	Staboberfläche normal.
,25				0,00	
,38	—			—	Streckgrenze.
,50				0,06	
5,00				0,19	
,50				0,35	**Dimensionen**
6,00				0,50	**des Bruch-**
,50				0,77	**querschnitts:**
,75				1,03	$b_c = 2{,}90$ *cm*
,80	Wage fällt ab.			1,20	$c_c = 0{,}55$ *cm*
6,80	Bruch, von einer				$F_c = 1{,}59$ cm^2
	Kante ausgehend				
	zieml. plötzlich.				

Flusseisen (№. 27):

pannung an der Streck-Grenze . $\varrho = 3{,}33$ *tn* pro cm^2
gfestigkeit . . . $\beta = 4{,}66$ „ „ „
formationsarbeit . $A = 19{,}60$ in *tn cm*
ecif. Def.-Arbeit . $\alpha = 0{,}97$ „ „ „
uchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 23{,}0$ in %
ntraction . . . $\varphi* = —$ „ „
uchfläche zeigt in diagonaler Richtung die Schweissnath. Schweissfehler.
aboberfläche vollkommen intakt, Bruchstelle liegt in der Stabmitte.

*) unsicher; Bruchfläche schräge, unregelmässig.

Schweisseisen (№. 28):

Spannung an der Streck-Grenze . $\varrho = 2{,}20$ *tn* pro cm^2
Zugfestigkeit . . . $\beta = 3{,}42$ „ „ „
Deformationsarbeit . $A = 8{,}65$ in *tn cm*
Specif. Def.-Arbeit . $\alpha = 0{,}44$ „ „ „
Bruchdehnung pro 10 *cm* . . . . $\lambda_1 = 14{,}0$ in %
Contraction . . . $\varphi = 20{,}0$ „ „
Bruchfläche kurz sehnig. Schweissfehler. Schlackenrest nahe einer Kante.
Staboberfläche intakt bis auf eine defekte Stelle, längs einer Kante, wo Bruch beginnt.

№. 29. Biegungsfestigkeit. №. 30.

Erprobt an 1,7 *m* langen Abschnitten des deutsch. Normalprofils No. 1

Stützweite: $l = 1{,}5$ *m*. Trägheitsmoment: $J = 1779$.

Widerstandsmoment: $W = 187{,}0$ in *cm*.

Flusseisen. **Schweisseisen.**

Elasticitätsmessung.

Belastung P tn	Durchbiegung f $\frac{1}{50}$ cm	Durchbiegung Δf Differenz	Spannung der äussersten Fasern ϱ tn pro cm^2	Bemerkungen
0,00	0,00		0,00	**Barren** sign. FB 19 Barren ist gut gerichtet; Oberfläche giebt zu keinen Bemerkungen Veranlassung. Mittlere elastische Durchbiegung pro 1 *tn* Belastung: $f = 0{,}0221$ *cm* Elasticitätsgrenze liegt bei 11,25 *tn*
2,00	2,18	2,18	0,40	
4,00	4,38	2,20	0,80	
6,00	6,58	2,20	1,20	
0,00	+0,02			
6,00	6,57	6,55	1,20	
7,00	7,68	1,11	1,40	
8,00	8,76	1,08	1,60	
9,00	9,87	1,11	1,80	
10,00	10,98	1,11	2,00	
11,00	12,09	1,11	2,20	
0,00	+0,06			
11,00	12,16	12,10	2,20	
,25	——		Elast.-Gr.	
,50	12,64	0,48	2,30	
12,00	13,33	0,69	2,40	
,50	14,13	0,80	2,51	
13,00	14,97	0,84	2,61	
0,00	+0,51			

Belastung P tn	Durchbiegung f $\frac{1}{50}$ cm	Durchbiegung Δf Differenz	Spannung der äussersten Fasern ϱ tn pro cm^2	Bemerkungen
0,00	0,00		0,00	**Barren** sign. SB 1 Barren ist be friedigend ge nau gerichte Mittlere elastisch Durchbiegung pro 1 *tn* Be lastung: $f = 0{,}024$ *cm* Elasticitätsgrenz liegt bei 6,25 *t*
2,00	2,40	2,40	0,40	
4,00	4,83	2,43	0,80	
0,00	—0,05			
4,00	4,77		0,80	
,50	5,38	0,61	0,90	
5,00	6,00	0,62	1,00	
,50	6,62	0,62	1,10	
6,00	7,22	0,60	1,20	
,25	——		Elast.-Gr.	
,50	7,86	0,64	1,30	
7,00	8,52	0,66	1,40	
,50	9,17	0,65	1,50	
0,00	+0,42			
7,50	9,94	9,52	1,50	
8,00	10,59	0,65	1,60	
,50	11,29	0,70	1,70	
0,00	+0,72			

Flusseisen. **Schweisseisen.**

Elemente der Arbeitsdiagramme.

Flusseisen.

Be-stung P tn	Durchbiegung f_0 cm	Δf_0 Differenz	Spannung der äussersten Fasern ϱ tn pro cm^2	Bemerkungen
0,00	0,00		0,00	Fortsetzung von
5,00	0,11	0,11	1,00	Pag. 116, No. 29
0,00	0,22	0,11	2,00	
3,00	0,29	0,07	2,61	
4,00	0,32	0,03	2,81	
5,00	0,38	0,06	3,01	Bieggrenze liegt
,50	0,46	0,08	3,11	bei 14,25 *tn*
6,00	1,40	0,94	3,21	
,50	1,65	0,25	3,31	
7,00	2,14	0,49	3,41	
,50	2,74	0,60	3,51	
8,00	3,24	0,50	3,61	
,50	3,82	0,58	3,71	
,75	4,15	0,33	3,76	
8,88	4,30	0,15		Wage fällt ab

Schweisseisen.

Belastung P tn	Durchbiegung f_0 cm	Δf_0 Differenz	Spannung der äussersten Fasern ϱ tn pro cm^2	Bemerkungen
0,00	0,00	0,05	0,00	Fortsetzung von
2,00	0,05	0,05	0,40	Pag. 116, No. 30
4,00	0,10	0,045	0,80	
6,00	0,145	0,065	1,20	
8,00	0,210	0,04	1,60	
9,00	0,25	0,02	1,80	
,50	0.27	0,02	1,90	
10,00	0,29	0,03	2,00	
,50	0,32	0,03	2,10	Bieggrenze liegt
11,00	0,35	0,04	2,20	bei 10,50 *tn*
,50	0,39	0,04	2,30	
12,00	0,43	0,04	2,41	
,50	0,47	0,08	2,51	
13,00	0,55	0,17	2,61	
,50	0,72	0,21	2,71	
14,00	0,93	0,24	2,81	
,50	1,17	0,26	2,91	
15,00	1,43	0,29	3,01	
,50	1,72	0,32	3,11	
16,00	2,04	0,51	3,21	
,50	2,55	0,45	3,31	
16,75	3,00			Wage fällt ab

Flusseisen:

Elast.-Modul der Biegungsfestigkeit . $\varepsilon = 1787$ *tn* pro cm^2

Faserspannung an der Elasticitätsgrenze . $\gamma =$ 2,25 „ „ „

Faserspannung an der Bieggrenze . . . $\varrho =$ 2,86 „ „ „

Faserspannung bei der max. Tragkraft . . $\beta =$ 3,79 „ „ „

Durchbiegung bei der max. Tragkraft . . $f_0 =$ 4,30 *cm*

Deform.-Arbeit bei der max. Tragkraft . . $A = 71{,}00$ *tn cm*

Bemerkung: Bei 18,88 *tn* Belastung beginnt der Steg des Trägers sich nach aufwärts zu biegen; Wage fällt ab; Träger wird ohne Bruch ausrangirt.

Schweisseisen:

Elast.-Modul der Biegungsfestigkeit . $\varepsilon = 1647$ *tn* pro cm^2

Faserspannung an der Elasticitätsgrenze . $\gamma =$ 1,25 „ „ „

Faserspannung an der Bieggrenze . . . $\varrho =$ 2,10 „ „ „

Faserspannung bei der max. Tragkraft . . $\beta =$ 3,36 „ „ „

Durchbiegung bei der max. Tragkraft . . $f_0 =$ 3,00 *cm*

Deform.-Arbeit bei der max. Tragkraft . . $A = 41{,}75$ *tn cm*

Bemerkung: Bei 16,75 *tn* verbiegt sich der Steg des Trägers nach oben; Wage fällt ab; der Träger wird ohne Bruch ausrangirt.

Schlagproben.

Ausgeführt mit 1,70 *m* langen Abschnitten eines deutsch. N.-Profils No. 19
Stützweite: $l = 1{,}0$ *m*. Fallgewicht: $G = 0{,}50$ *tn*.

Flusseisen.

laufende No.	Anzahl der Schläge	Fallhöhe *h* *m*	Durchbiegung *f* *mm*	Arbeitsleistung *m tn* Einzeln	Total	Bemerkungen
31	1	1,05	7,0	0,53		Träger vollkommen intakt.
	2	1,05	14,0	0,53		Steg in der Nähe der Aufschlagfläche ver bogen.
	3	2,10	—	1,05		Träger gerade geblieben.
	4	2,10	—	1,05		Träger schwach windschief.
	5	2,10	—	1,05	4,21	Träger windschief; obere Flansche quer rissig.

Schweisseisen.

laufende No.	Anzahl der Schläge	Fallhöhe *h* *m*	Durchbiegung *f* *mm*	Arbeitsleistung *m tn* Einzeln	Total	Bemerkungen
32	1	1,05	7,0	0,53		Träger vollkommen intakt.
	2	1,05	17,0	0,53	1,06	Metallischer Bruch des Steges in Nähe de Aufschlagfläche.
	3	2,10	—	1,05		Steg in Nähe beider Flanschen längsrissig

Tabellarische Zusammenstellung der Resultate.

Uebersicht:

Tabelle	1	enthält:	Die Resultate der Zerreissproben mit Material der Trägerflanschen.
„	2	„	Die Resultate der Zerreissproben mit Material der Trägerstege. Mit Ausschluss der Elasticitäts- und Grenzmodule sind sämmtliche Zahlen der Tab. 1 u. 2 Mittelwerthe aus 2 Versuchen.
„	3	„	Eine Zusammenstellung specif. Arbeitswerthe, Qualitäts- und Völligkeitscoefficienten der Zerreissprobe. Sämmtliche Zahlen dieser Tabelle sind Mittelw. aus 2 Versuchen.
„	4	„	Die Resultate d. Kaltbiegeproben.
„	5	„	Die Result. d. Warmbiegeproben.
„	6	„	Die Resultate d. Schweissproben. Sämmtliche Zahlen dieser Tabelle sind Mittelwerthe aus 2 Versuchen.
„	7	„	Die Resultate der Härtproben.
„	8	„	Die Resultate der Biegeproben an ganzen Gebrauchstücken.
„	9	„	Die Resultate der Schlagproben.
„	10	„	Die Resultate einiger Schlagproben, ausgeführt an beschädigten Gebrauchstücken.
„	11	„	Die Resultate d. Lochungsproben.

Resultate der Zerreiss-

Versuchstäbe sind aus den Flanschen

Deutsches Norm.-Prof. No.	Material	Elasticitäts-Modul ε in *tn* pro cm^2	Spannung an der El.-Grenze γ' *tn* pro cm^2	Streck-Gr. ϱ *tn* pro cm^2	Zug-festigkeit β *tn* pro cm^2	Dehnungen nach Bruch in % pro 10 *cm* λ_1	20 *cm* λ_2	Con-traction in %	Specif. Deformations-Arbeit α in *tn* u. *cm*
24	Flusseisen	2101,0	2,13	2,55	3,93	31,7	25,7	60,0	1,11
	Schweisseisen	1966,0	1,32	2,33	3,74	29,6	24,3	40,7	1,01
23	Flusseisen	2078,0	2,25	2,65	4,05	36,6	29,1	60,4	1,37
	Schweisseisen	1950,0	1,48	2,41	3,66	28,7	23,5	37,2	1,00
22	Flusseisen	2072,0	2,32	2,62	4,12	36,5	30,4	59,5	1,42
	Schweisseisen	1925,0	1,57	2,30	3,59	28,0	23,3	33,2	0,93
21	Flusseisen	2085,0	2,22	2,57	4,16	32,7	25,5	61,3	1,18
	Schweisseisen	1996,0	1,27	2,49	3,77	22,9	24,2	36,2	0,97
20	Flusseisen	2128,0	2,16	2,59	4,12	30,0	26,1	57,9	1,11
	Schweisseisen	2088,0	1,47	2,27	3,62	22,5	21,6	24,4	0,74
19	Flusseisen	2174,0	2,12	2,62	4,00	35,0	27,5	58,7	1,30
	Schweisseisen	1941,0	1,40	2,16	3,55	19,5	17,5	25,4	0,62
18	Flusseisen	2150,0	2,19	2,54	3,94	33,5	25,7	58,1	1,21
	Schweisseisen	2140,0	1,34	2,36	3,75	28,5	24,2	32,4	0,99
17	Flusseisen	2077,0	2,28	2,74	4,21	32,7	25.5	50,9	1,27
	Schweisseisen	2022,0	1,31	2,37	3,64	25,7	21,4	33,5	0,86
16	Flusseisen	2088,0	2,24	2,71	4,17	31,6	26,7	58,7	1,23
	Schweisseisen	2095,0	1,56	2,32	3,80	29,3	25,6	36,8	1,03
15	Flusseisen	2139,0	2,16	2,82	4,21	34,5	28,1	61,9	1,37
	Schweisseisen	2019,0	1,40	2,44	3,80	27,1	23,7	33,9	0.98
14	Flusseisen	2162,0	2,46	3,06	4,44	33,4	26,9	57,4	1,40
	Schweisseisen	2100,0	1,56	2,78	3,99	27,9	23,4	33,7	1,04
13	Flusseisen	2053	2,77	3,55	5,26	28,4	22,7	45,0	1,38
	Schweisseisen	2099	1,44	2,60	3,83	27,0	22,8	30,2	1,14
12	Flusseisen	2130	2,38	2,97	4,29	31,6	26,1	59,1	1,26
	Schweisseisen	2082	1,66	2,50	3,80	25,8	21,7	30,9	0,93
11	Flusseisen	2100	2,15	2,86	4,07	32,0	24,7	60,7	1,25
	Schweisseisen	2016	1,48	2,68	4,00	26,7	21,3	40,0	1,04
10	Flusseisen	2125	2,81	3,16	4,60	28,5	24,0	51,9	1,21
	Schweisseisen	2088	1,41	2,59	3,80	16,8	15,5	22,8	0,75

Proben (Qualitätsproben).
der Profile kalt herausgearbeitet.

Ansehen der Bruchfläche	Beschaffenheit der Staboberfläche nach Bruch
fast homogen, fehlerfrei, sehnig.	vollkommen intakt. [querrissig.
normalsehnig.	zeigt Schweissnäthe, ist stellenweise schwach
homogen, fehlerfrei, sehnig.	vollkommen intakt.
sehnig, normal, kleine Schweissfehler.	vollkommen intakt.
in der Mitte feinkörnig, sonst sehnig.	vollkommen intakt. [anrissig.
sehnig, mit einigen körnigen Einlagerungen.	zeigt Schweissnäthe, ist stellenweise schwach
fehlerfrei, fast homogen, sehnig.	vollkommen intakt. [kommen intakt.
sehnig mit einigen Schweissfehlern.	zeigt einige Schweissnäthe, sonst voll-
fehlerfrei, vorwiegend sehnig.	vollkommen intakt.
sehnig, schlecht geschweisst.	zeigt grosse offene Schweissnäthe.
fehlerfrei, fast homogen, sehnig.	vollkommen intakt.
sehnig mit kleinen Schlackeneinlagerungen.	unrein, kantenrissig.
fehlerfrei, vorwiegend sehnig. [ungen.	vollkommen intakt.
sehnig; i. 1 Falle m. wen. körnigen Einlager-	bis auf einige Kantenrisse intakt.
fehlerfrei, vorwiegend sehnig.	vollkommen intakt.
normalsehnig.	local schwach querrissig, sonst intakt.
fehlerfrei, normalsehnig.	vollkommen intakt.
sehnig, normal.	zeigt einige Schweissnäthe, sonst intakt.
fehlerfrei, normalsehnig.	vollkommen intakt.
» »	zeigt einige Schweissnäthe, sonst intakt.
fehlerfrei, normalsehnig.	vollkommen intakt.
normalsehnig, locale Schweissfehler.	längs einer Faser querrissig, sonst intakt.
theilw. körn., sonst Tendenz z. Sehne (stahlart.)	vollkommen intakt.
normalsehnig.	fast vollkommen intakt, local anrissig.
fehlerfrei, normalsehnig.	vollkommen intakt.
sehnig, kleine Schweissfehler.	zeigt Schweissnäthe, schwach querrissig.
fehlerfrei, normalsehnig.	vollkommen intakt.
normalsehnig.	» »
fehlerfrei, normalsehnig.	vollkommen intakt.
blättrig sehnig; normal.	längs einer Faser schwach anrissig, sonst intakt.

Resultate der Zerreiss-

Versuchstäbe sind aus den Stegen

Deutsches Norm.-Prof. No.	Material	Elasticitäts-Modul ε in *tn* pro cm^2	Spannung an der El.-Grenze γ *tn* pro cm^2	Spannung an der Streck-Gr. ϱ *tn* pro cm^2	Zug-festigkeit β *tn* pro cm^2	Dehnungen nach Bruch in % pro 10 *cm* λ_1	Dehnungen nach Bruch in % pro 20 *cm* λ_2	Con-traction in %	Specif. Deformations-Arbeit α in *tn* u. *cm*
24	Flusseisen	2143,0	2,77	3,09	4,50	32,6	26,1	55,5	1,34
	Schweisseisen	1973,0	1,48	2,42	3,47	12,1	11,3	14,5	0,65
23	Flusseisen	2086,0	2,62	3,12	4,62	32,4	25,8	51,6	1,37
	Schweisseisen	1972,0	1,38	2,28	3,39	13,5	12,2	15,9	0,40
22	Flusseisen	2074,0	2,38	3,12	4,69	31,5	24,0	52,0	1,38
	Schweisseisen	1936,0	1,07	2,29	3,40	15,1	13,3	16,6	0,43
21	Flusseisen	2123,0	2,33	3,11	4,43	27,5	22,6	49,3	1,13
	Schweisseisen	2000,0	1,31	2,49	3,51	14,2	13,0	15,2	0,46
20	Flusseisen	2108,0	2,37	3,03	4,67	34,0	27,4	49,8	1,46
	Schweisseisen	2060,0	1,56	2,31	3,45	9,0	8,2	15,8	0,27
19	Flusseisen	2083,0	2,37	3,07	4,43	31,0	25,5	53,6	1,29
	Schweisseisen	1889,0	1,08	2,04	3,24	12,5	11,9	14,0	0,35
18	Flusseisen	2089,0	2,20	2,92	4,29	31,5	25,7	56,7	1,24
	Schweisseisen	2070,0	1,45	2,30	3,54	15,3	14,6	15,9	0,48
17	Flusseisen	1979	2,25	3,03	4,68	29,8	24,1	51,3	1,29
	Schweisseisen	2067	1,13	2,35	3,43	11,2	10,6	15,6	0,33
16	Flusseisen	2066	2,61	3,09	4,79	27,8	21,9	49,1	1,23
	Schweisseisen	1987	1,55	2,08	3,43	13,0	11,8	14,3	0,38
15	Flusseisen	2111	2,46	3,29	4,68	29,5	24,0	52,7	1,31
	Schweisseisen	2064	1,40	2,45	3,39	8,8	7,4	14,5	0,25
14	Flusseisen	2127	2,05	2,99	4,66	31,1	26,0	54,0	1,39
	Schweisseisen	2068	1,22	2,32	3,59	11,3	10,4	17,6	0,35
13	Flusseisen	2156	2,91	3,84	5,56	26,0	20,4	44,1	1,34
	Schweisseisen	2117	1,32	2,51	3,66	11,1	9,5	14,8	0,16
12	Flusseisen	2191	2,73	3,76	4,98	30,7	26,6	55,7	1,44
	Schweisseisen	2089	1,43	2,36	3,18	9,1	7,6	13,1	0,27
11	Flusseisen	2022	2,38	3,30	4,61	25,9	19,6	52,0	1,09
	Schweisseisen	1971	2,04	2,75	3,77	10,8	9,6	27,9	0,38
10	Flusseisen	2111	3,27	3,38	4,81	28,6	21,9	52,9	1,32
	Schweisseisen	1967	1,43	2,56	3,52	10,1	8,7	17,5	0,33

Proben (Qualitätsproben). *Tab. 2.*

der Profile kalt herausgearbeitet.

Ansehen der Bruchfläche	Beschaffenheit der Staboberfläche nach Bruch
fehlerfrei, fast homogen, vorwieg. sehnig.	vollkommen intakt.
meist kurzsehnig, stellenweise unganz, Schweissfehler.	unrein; rauh; meist leicht querrissig.
fehlerfrei, theilweise sehnig, thlw. körnig.	vollkommen intakt.
sehnig mit kleinen Schweissfehlern.	unrein, rauh, stellenweise querrissig.
a.d.schmal.Seite feinkörn.sonst lamellar-sehn.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig m. einig. körn.Einlagerungen.	unrein, rauh, stellenw.feinschuppig, querrissig.
in einem Falle fehlerhaft, sonst normal.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig, stellenw.kurz, Schweissfehler.	unrein, rauh, feinschiefr., stellenw. querrissig.
lamellar, vorw. sehnig; zeigt verwalzte Blasen.	vollkommen intakt.
blättrige Sehne mit Schweissfehlern.	Off. Schweissnäthe aus ungenüg. Schweissung.
homogen; fast fehlerfrei, vorwiegend sehnig.	vollkommen intakt.
kurzsehnig, deutlich geschichtet.	unrein, rauh, feinschupp., stellenw. f. querriss.
fast homogen, fehlerfrei, vorwiegend sehnig.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig, stellenweise kurz.	unrein, rauh, leicht schuppig, stellenw. anrissig.
fast homogen, zeigt platt gewalzte Blase.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig, stellenweise kurz.	rauh, unrein, stellenweise anrissig.
fehlerfrei, normalsehnig.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig.	rauh, unrein, stellenweise leicht anrissig.
lamellar, normalsehnig.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig, zeigt Schweissfehler.	rauh, unrein, schuppig, leicht querrissig.
schwach lamellar; normalsehnig, fehlerfrei.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig, zeigt Schweissfehler.	rauh, unrein, schuppig, local querrissig.
theilweise körnig, theilw. sehnig (stahlartig).	vollkommen intakt.
blättrig-kurzsehnig.	unrein, rauh, stellenweise fein querrissig.
fehlerfrei, lamellar, sehnig.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig; local unganz.	unrein, rauh, schuppig, anrissig.
fehlerfrei, sehnig.	vollkommen intakt,
blättrig-sehnig.	unrein, schwach schuppig.
schwach lamellar, fehlerfrei, sehnig.	vollkommen intakt.
blättrig-sehnig, local unganz.	ziemlich gut erhalten.

Zusammenstellung der

Flusseisen.

Qualitäts- und Völligkeits-

Deutsches Normal-Profil No.	Flansche: Specif. Deformations-Arbeit α *tn* u. *cm*	Flansche: Qualitäts-coefficienten C pro 10 *cm* C_0	Flansche: Qualitäts-coefficienten C pro 20 *cm* C	Flansche: Verhältniss $\frac{C}{C_0}$	Flansche: Völligkeits-coefficient η	Steg: Specif. Deformations-Arbeit α *tn* u. *cm*	Steg: Qualitäts coefficienten C pro 10 *cm* C_0	Steg: Qualitäts coefficienten C pro 20 *cm* C	Steg: Verhältniss $\frac{C_0}{C}$	Steg: Völligkeits-coefficient η
10	1,21	1,31	1,11	1,18	0,93	1,32	1,38	1,11	1,24	0,96
11	1,25	1,30	1,00	1,30	0,96	1,09	1,19	0,91	1,31	0,91
12	1,26	1,35	1,12	1,20	0,93	1,44	1,53	1,32	1,16	0,94
13	1,38	1,49	1,19	1,25	0,92	1,34	1,26	1,02	1,23	0,92
14	1,40	1,48	1,19	1,24	0,94	1,39	1,45	1,21	1,20	0,96
15	1,37	1,45	1,18	1,23	0,94	1,31	1,38	1,12	1,23	0,95
16	1,23	1,32	1,12	1,18	0,93	1,23	1,33	1,04	1,28	0,92
17	1,27	1,38	1,07	1,28	0,92	1,29	1,40	1,13	1,24	0,92
18	1,21	1,31	1,01	1,30	0,92	1,24	1,35	1,10	1,23	0,92
19	1,30	1,40	1,10	1,27	0,93	1,29	1,37	1,13	1,21	0,94
20	1,11	1,23	1,08	1,14	0,90	1,46	1,59	1,28	1,24	0,92
21	1,18	1,35	1,06	1,27	0,87	1,13	1,22	1,00	1,22	0,93
22	1,42	1,50	1,25	1,20	0,91	1,38	1,47	1,12	1,31	0,94
23	1,37	1,48	1,18	1,25	0,92	1,37	1,50	1,19	1,26	0,91
24	1,11	1,24	1,01	1,23	0,89	1,34	1,47	1,17	1,25	0,91
Summa	19,07	20,59	16,67	18,52	13,81	19,62	20,89	16,85	18,61	13,95
Mittel	1,27	1,37	1,11	1,24	0,92	1,31	1,39	1,13	1,24	0,93

specif. Arbeitswerthe. *Tab. 3.*

coefficienten der Zerreissproben. **Schweisseisen.**

Deutsches Normal-Profil No.	Flansche: Specif. Deformations-Arbeit a *tn* u. *cm*	Flansche: Qualitäts-coefficienten C pro 10 *cm* C_0	pro 20 *cm* C	Flansche: Verhältniss $\frac{C}{C_0}$	Flansche: Völligkeits-coefficient η	Steg: Specif. Deformations-Arbeit a *tn* u. *cm*	Steg: Qualitäts-coefficienten C pro 10 *cm* C_0	pro 20 *cm* C	Steg: Verhältniss $\frac{C_0}{C}$	Steg: Völligkeits-coefficient η
10	0,75*	0,86*	0,80*	1,07*	0,87*	0,33	0,35	0,31	1,13	0,94
11	1,04	1,06	0,85	1,25	0,98	0,38	0,41	0,36	1,14	0,93
12	0,93	0,98	0,82	1,19	0,95	0,27	0,28	0,24	1,17	0,96
13	0,95	1,22	0,99	1,23	0,92	0,36	0,40	0,35	1,15	0,90
14	1,04	1,11	0,93	1,19	0,94	0,35	0,40	0,37	1,08	0,87
15	0,98	1,03	0,90	1,14	0,95	0,25*	0,27*	0,23*	1,17*	0,93*
16	1,03	1,11	0,97	1,14	0,93	0,38	0,44	0,40	1,10	0,86
17	0,86	0,93	0,78	1,19	0,92	0,33	0,38	0,36	1,05	0,87
18	0,99	1,07	0,93	1,15	0,92	0,48	0,54	0,52	1,04	0,89
19	0,62	0,69	0,62	1,11	0,90	0,35	0,40	0,38	1,05	0,87
20	0,74	0,81	0,78	1,04	0,91	0,27*	0,30*	0,27*	1,11*	0,90*
21	0,97	1,05	0,91	1,15	0,92	0,46	0,51	0,46	1,11	0,90
22	0,93	1,00	0,83	1,20	0,93	0,43	0,51	0,45	1,13	0,84
23	1,00	1,06	0,86	1,23	0,94	0,40	0,45	0,41	1,10	0,89
24	1,01	1,10	0,91	1,21	0,92	0,65*	0,69*	0,65*	1,06	0,94*
Summa	13,84	15,08	12,88	17,49	13,90	5,69	6,33	5,76	16,59	13,49
Mittel	0,92	1,00	0,85	1,16	0,94	0,37	0,42	0,38	1,11	0,90

*) ein Versuch.

Flusseisen.

Resultate de

Deutsch. Norm.-Prof. No.	Ort der Entnahme der Probe	Querschn.-Abmessungen des Probestabes in *cm*		Beobachtung.
		Breite	Dicke	
24	Flansche	4,95	1,23	Bis 95° maschinell gebogen, hierauf v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	4,95	0,84	» 95° » » » » » »
23	Flansche	5,00	1,33	Bis 95° maschinell gebogen, hierauf v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,10	0,82	» 95° » » » » » »
22	Flansche	5,00	1,23	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,00	0,83	» 95° » » » » » »
21	Flansche	5,10	1,25	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,00	0,77	» 95° » » » » » »
20	Flansche	5,00	0,98	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,08	0,72	» 95° » » » » » »
19	Flansche	5,10	1,13	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,10	0,72	» 95° » » » » » »
18	Flansche	4,92	1,05	Bis 95° maschinell gebogen. sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,03	0,67	» 95° » » » » » »
17	Flansche	5,08	1,00	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	4,95	0,65	» 95° » » » » » »
16	Flansche	5,00	0,95	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,05	0,64	» 95° » » » » » »
15	Flansche	5,03	0,67	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,03	0,61	» 95° » » » » » »
14	Flansche	5,04	0,86	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,09	0,57	» 95° » » » » » »
13	Flansche	4,98	0,79	Bis 94° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,00	0,50	» 94° » » » » » »
12	Flansche	4,98	0,76	Bis 94° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,00	0,51	» 94° » » » » » »
11	Flansche	5,00	0,64	Bis 94° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,06	0,48	» 94° » » » » » »
10	Flansche	4,97	0,49	Bis 94° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, ohne Br
	Steg	5,05	0,48	» 94° » » » » » »

altbiege-Proben.

Tab. 4.

Schweisseisen.

ch. al- ll	Ort der Entnahme der Probe	Querschnitts-Abmessungen des Probestabes in *cm* Breite	Dicke	Beobachtung.
	Flansche	5,04	1,22	Bei 70° öffn. d. Schweissnath, bis 96° masch. w. geb. hierauf v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	4,96	0,86	» 96° maschinell gebogen, hierauf v. H. gefaltet, Probe fein querrissig.
	Flansche	4,94	1,23	Bei 70° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb. hierauf v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	5,04	0,83	Bis 95° maschinell gebogen, hierauf v. H. gefaltet, Probe wird querrissig.
	Flansche	5,00	1,24	Bei 65° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb. hierauf v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	5,00	0,81	Bis 95° maschinell gebogen, sodann v. Hand gefaltet, Probe anrissig.
	Flansche	5,10	1,25	Bei 58° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb., hierauf. v. H. gefal., Stab [anrissig.]
	Steg	4,82	0,76	Bis 95° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, Probe querrissig.
	Flansche	5,20	0,91	Bei 25° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb. hierauf v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	5,00	0,74	Bis 95° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, Probe wird hierbei querrissig.
	Flansche	5,05	1,09	Bis 55° maschinell gebogen, Probe wird querrissig.
	Steg	5,05	0,73	» 83° » » » » »
	Flansche	5,02	1,05	Bei 50° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb. sodann v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	4,96	0,68	Bis 95° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, Probe wird querrissig.
	Flansche	5,00	0,97	Bei 60° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb. sodann v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	5,00	0,66	Bis 95° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, Probe wird querrissig.
	Flansche	5,05	0,98	Bei 60° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb. sodann v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	5,03	0,63	Bis 95° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, Probe wird querrissig.
	Flansche	5,00	0,78	Bei 60° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. w. geb. sodann v. H. gefal. ohne Br.
	Steg	5,10	0,57	Bis 95° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, Probe wird querrissig.
	Flansche	5,00	0,84	Bei 55° öffn. d. Schweissnath, bis 95° masch. geb., sodann v. H. gefal., ohne Br.
	Steg	4,95	0,57	Bis 94° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, Probe wird querrissig.
	Flansche	5,00	0,76	Bis 94° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, ohne Bruch.
	Steg	5,10	0,53	» 94° » » » » » Probe wird querrissig.
	Flansche	4,97	0,75	Bis 94° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, ohne Bruch.
	Steg	5,00	0,61	» 94° » » » » » Probe wird querrissig.
	Flansche	5,00	0,69	Bis 94° masch. gebogen, sodann v. H. gefaltet, ohne Bruch.
	Steg	5,14	0,47	» 94° » » » » » » »
	Flansche	4,95	0,49	Bis 94° masch. gebog. sodann v. H. gefal. ohne Br., Schweissn. kaum merklich.
	Steg	5,05	0,48	» 94° » » » » Probe zeigt Spuren von Querrissen.

masch. w. geb. = maschinell weiter gebogen; v. H. = von Hand.

Resultate de

Flusseisen.

Deutsch. Norm.-Prof. No.	Ort der Entnahme der Probe	Querschn.-Abmessungen des Probestabes in *cm* Breite	Dicke	Bemerkung.
24	Flansche	5,11	1,21	In hellrothwarmem Zustande v. Hand gefaltet, ohne Bruch.
	Steg	5,05	0,84	» » » » » » »
23	Flansche	5,10	1,36	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, ohne Bruch.
	Steg	4,97	0,82	» » » » » » »
22	Flansche	5,00	1,24	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, ohne Bruch.
	Steg	4,98	0,83	» » » » » » »
21	Flansche	5,08	1,25	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probestab blieb in
	Steg	5,03	0,76	» » » » » » »
20	Flansche	4,95	1,07	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probestab blieb in
	Steg	4,64	0,71	» » » » » » »
19	Flansche	4,97	1,13	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probestab blieb in
	Steg	5,10	0,71	» » » » » » »
18	Flansche	5,00	1,07	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probestab blieb in
	Steg	5,00	0,67	» » » » » » »
17	Flansche	5,00	1,02	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probestab blieb in
	Steg	4,95	0,66	» » » » » » »
16	Flansche	4,92	0,97	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probe blieb intact
	Steg	5,07	0,64	» » » » » » » »
15	Flansche	4,96	0,75	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probe blieb intact
	Steg	5,00	0,61	» » » » » » » »
14	Flansche	5,00	0,85	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probe blieb intact
	Steg	5,00	0,57	„ » » » » » » »
13	Flansche	5,02	0,76	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probe blieb intact.
	Steg	5,11	0,50	» » » » » » » »
12	Flansche	5,00	0,77	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probe blieb intact
	Steg	5,00	0,51	» » » » » » » »
11	Flansche	5,03	0,68	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probe blieb intact
	Steg	4,95	0,47	» » » » » » » »
10	Flansche	4,97	0,55	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Probe blieb intact.
	Steg	4,91	0,48	» » » » » » » »

Varmbiege-Probe.

Tab. 5.

Schweisseisen.

ch. Prof. o.	Ort der Entnahme der Probe	Querschn.-Abmessungen des Probestabes in *cm*		Bemerkungen.
		Breite	Dicke	
	Flansche	5,10	1,22	In hellrothw.*) Zust. v. H. gefal. Schweissnath offen, schwach querrissig
	Steg	4,95	0,85	» » » » » Probestab stark querrissig.
	Flansche	5 00	1,25	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnath offen.
	Steg	5,00	0,82	» » » » » Probestab querrissig.
	Flansche	5,01	1,24	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnath offen.
	Steg	4,98	0,81	» » » » » Probestab wird querrissig.
	Flansche	5,04	1,23	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnath offen.
	Steg	5,04	0,75	» » » » » Probestab wird querrissig.
	Flansche	5,14	0,92	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	4,97	0,76	» » » » » Probestab schw. anrissig.
	Flansche	5,08	1,08	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,04	0,72	» » » » » Probestab stark querrissig.
	Flansche	4,96	1,06	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,00	0,69	» » » » » Probe querrissig.
	Flansche	5,00	0,98	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,07	0,66	» » » » » Probestab schw. querrissig.
	Flansche	5,04	0,94	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,00	0,64	» » » » » Probe wird stark querrissig.
	Flansche	4,93	0,82	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,10	0,57	» » » » » Probe wird schw. querrissig.
	Flansche	5,04	0,84	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,00	0,58	» » » » » Probe wird querrissig.
	Flansche	5,00	0,80	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,05	0,52	» » » » » Probe wird querrissig.
	Flansche	5,12	0,69	In hellrothw. Zustande v. H. gefaltet, Schw.-Näthe offen, Pr. querrissig.
	Steg	5,00	0,50	» » » » » Probe wird querrissig.
	Flansche	5,03	0,68	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe offen.
	Steg	5,05	0,46	» » » » » Probestab wird querrissig.
	Flansche	4,96	0,54	In hellrothw. Zustande v. Hand gefaltet, Schweissnäthe kaum sichtbar.
	Steg	5,00	0,49	» » » » » Probestab wird querrissig.

*) w. Zust. v. H. gefal. = warmen Zustand von Hand gefaltet.

Flusseisen.

Resultate de

Deutsches Norm.-Prof. No.	Ort der Entnahme der Probestäbe	Beschaffenheit der Materialgattung	Spannung an der Streck-Gr. ρ *tn* pro *cm*²	Zugfestigkeit β *tn* pro *cm*²	Dehnung n. Bruch pro 10 *cm* λ in %	Contraction φ in %	Specif. Deformations-Arbeit α in *tn* u. *cm*	Bemerkungen bezüglich d. geschw. Prob
24	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,09 2,81	4,50 4,48	32,6 23,8	55,5 39,0	1,34 0,95	Bruchstelle liegt in beid. Fäll an einem Ende der geschweisst Stelle (wo die Schweissnath a schiefert.)
23	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,12 3,59	4,62 4,93	32,4 19,1	51,6 ?	1,37 0,85	Genau wie bei Flusseis No. 24.
22	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,12 3,47	4,69 4,94	31,5 26,5	52,0 49,0	1,38 1,23	id.
21	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,11 3,33	4,43 4,43	27,5 11,7	49,3 16,7	1,13 0,48	id.
20	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,03 3,08	4,67 4,67	34,0 26,5	49,8 48,3	1,46 1,15	Sehr gut geschweisst; in eine Falle liegt die Bruchfl. auss halb der geschweissten Stell
19	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,07 3,43	4,43 4,74	31,0 24,0	53,6 36,0	1,29 1,02	Bruchfläche liegt in einem Fa in d. Mitte, im andern am En der geschweissten Stelle.
18	Steg	ungeschweisst geschweisst	2,92 3,28	4,29 4,64	31,5 16,0	56,7 27,0	1,24 0,67	Grober Schweissfehler in eine Falle, im andern Falle e verbrannte Stelle vorhanden.
17	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,03 3,38	4,68 4,74	29,8 16,5	51,3 27,0	1,29 0,71	Ein grober Schweissfehle
16	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,09 3,39	4,79 4,87	27,8 21,5	49,1 c. 42,0	1,23 0,98	Bruchfläche liegt in einem Fa ausserhalb der geschweisst Stelle.
15	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,29 3,26	4,68 4,58	29,5 20,4	52,7 30,5	1,31 0,87	Genau wie bei Flusseis No. 24.
14	Steg	ungeschweisst geschweisst	2,99 3,35	4,66 4,67	31,1 22,8	54,0 56,4	1,39 0,98	Bruchfl. liegt ausserhalb geschweissten Stelle.
14	Flansche	ungeschweisst geschweisst	3,06 2,82	4,44 4,26	33,4 18,2	57,4 c. 32,0	1,40 0,71	Bruchfläche liegt am En der geschweissten Stelle
13	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,84 3,01	5,56 4,63	26,0 27,0	44,1 48,9	1,34 1,14	Sehr gut geschw.; Bruchfl. li in einem Falle innerhalb, andern a. Ende d. geschw. Ste
12	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,76 3,48	4,98 4,40	30,7 13,9	55,7 34,0	1,44 0,61	In einem Falle eine v brannte Stelle vorhande
11	Steg	ungeschweisst geschweisst	3,30 2,53	4,61 4,09	25,9 25,3	52,0 52,6	1,09 0,97	Bruchfläche liegt in beid. Fäll ausserhalb der geschw. Stel
10	Flansche	ungeschweisst geschweisst	3,61 2,91	4,60 4,09	28,5 9,3	51,9 25,2	1,21 0,37	In einem Falle grober Schwei fehler vorhanden; im ande liegt d. Bruchfläche ausserh der geschweissten Stelle.

chweissproben.

Tab. 6.
Schweisseisen.

utsches m.-Prof. No.	Ort der Entnahme der Probestäbe	Beschaffenheit der Materialgattung	Spannung an der Streck-Gr. ϱ *tn* pro cm^2	Zug-festigkeit β *tn* pro cm^2	Dehnung n. Bruch pro 10 *cm* λ in %	Con-traction φ in %	Specif. Deformations-Arbeit α in *tn* u. *cm*	Bemerkungen bezüglich d. geschw. Proben
24	Steg	ungeschweisst	2,42	3,47	11,3	14,5	0,39	Gute Schweissung.
		geschweisst	2,39	3,71	15,1	22,2	0,49	
23	Steg	ungeschweisst	2,28	3,39	13,5	15,9	0,40	Wie b. Schweisseisen No. 24.
		geschweisst	2,26	3,71	22,0	24,7	0,74	
22	Steg	ungeschweisst	2,29	3,40	15,1	16,6	0,43	In beiden Fällen Schweissfehler vorhanden.
		geschweisst	2,31	3,47	9,0	13,0	0,27	
21	Steg	ungeschweisst	2,49	3,51	14,2	15,2	0,48	In einem Falle grobe Schweissfehler, im andern Falle liegt d. Bruchfl. ausserh. d. geschw. Stelle
		geschweisst	2,65	3,84	12,5	17,3	0,43	
20	Steg	ungeschweisst	2,31	3,45	9,0	15,8	0,27	In beiden Fällen grobe Schweissfehler vorhanden.
		geschweisst	2,41	3,61	13,0	23,0	0,43	
19	Steg	ungeschweisst	2,04	3,24	12,5	14,0	0,35	Kl. Schweissfehler; Bruchfl. liegt in einem Falle a. Ende d. geschw. Stelle (wo Schweissfl. ausschief.)
		geschweisst	2,22	3,39	13,2	16,8	0,40	
18	Steg	ungeschweisst	2,30	3,54	15,3	15,9	0,48	In einem Falle eine verbr. Stelle vorhanden.
		geschweisst	2,32	3,38	10,9	15,2	0,35	
17	Steg	ungeschweisst	2,35	3,43	11,2	15,5	0,33	Bruchfläche liegt in beiden Fällen ausserhalb der geschw. Stelle.
		geschweisst	2,51	3,70	15,1	26,7	0,50	
16	Steg	ungeschweisst	2,08	3,43	13,0	14,3	0,38	Grober Schweissfehler, Bruchfl. liegt in einem Falle unterhalb der geschweissten Stelle.
		geschweisst	2,31	3,45	11,7	19,9	0,35	
15	Steg	ungeschweisst	2,45	3,39	8,8	14,5	0,25	Bruchstelle liegt in einem Falle ausserhalb, im andern am Ende der geschweissten Stelle.
		geschweisst	2,33	3,39	8,7	19,5	0,26	
14	Steg	ungeschweisst	2,32	3,59	11,3	17,6	0,35	Bruchfläche liegt innerhalb der geschweissten Stelle.
		geschweisst	2,36	3,56	15,4	21,2	0,51	
14	Flansche	ungeschweisst	2,78	3,99	27,9	33,7	1,04	Bruchfläche liegt am Ende der geschweissten Stelle.
		geschweisst	2,51	3,78	13,8	c. 21,1	0,44	
13	Flansche	ungeschweisst	2,60	3,83	27,0	30,2	0,95	Bruchfläche liegt ausserhalb der geschweissten Stelle.
		geschweisst	2,42	3,66	22,2	c. 30,0	0,76	
13	Steg	ungeschweisst	2,51	3,66	11,1	14,8	0,36	id.
		geschweisst	2,18	3,48	10,8	18,4	0,34	
12	Flansche	ungeschweisst	2,50	3,80	25,8	30,9	0,93	id.
		geschweisst	2,32	3,65	25,0	33,3	0,86	
12	Steg	ungeschweisst	2,36	3,18	9,1	13,1	0,27	Bruchfläche liegt am Ende der Schweissfläche.
		geschweisst	2,24	3,08	7,4	13,3	0,21	
11	Flansche	ungeschweisst	2,68	4,00	26,7	40,0	1,03	Bruchfläche liegt ausserhalb der geschweissten Stelle.
		geschweisst	2,60	3,56	9,6	20,8	0,31	
11	Steg	ungeschweisst	2,75	3,77	10,8	27,9	0,38	Bruchfläche liegt am Ende der Schweissfläche.
		geschweisst	2,30	3,52	13,0	21,6	0,40	
10	Flansche	ungeschweisst	2,59	3,80	16,8	22,8	0,69	Bruchfläche liegt in beid. Fällen ausserhalb d. geschw. Stelle.
		geschweisst	2,54	3,64	11,9	18,7	0,41	

Resultate der

Flusseisen.

Deutsch. Normal-Profil No.	Ort der Entnahme der Probe	Beschaffenheit des Materials	Spannung an der Streckgrenze ϱ tn pro cm^2	Zugfestigkeit β tn pro cm^2	Dehnung nach Bruch p. 10 cm λ_1 in %	p. 20 cm λ_2 in %	Contraction φ in %	Spec. Deform.-Arbeit α tn u. cm	Bemerkungen bezüglich der Härteproben
24	Steg	ungehärtet	3,09	4,50	32,6	26,1	55,5	1,34	local weich, Bruchfläche
		gehärtet	4,40	6,49	16,6	8,3	47,0	1,04	schwach lamellar, sehnig.
24	Flansche	ungehärtet	2,55	3,93	31,7	25,7	60,0	1,11	Bruchfl. theilw. körnig,
		gehärtet	4,00	5,96	15,2	9,8	37,9	0,88	theilw. sehnig.
20	Steg	ungehärtet	3,03	4,67	34,0	27,4	49,8	1,46	local weich, Bruch
		gehärtet	3,93	5,57	22,0	14,1	—	1,19	zackig, sehnig.
20	Flansche	ungehärtet	2,59	4,12	30,0	26,1	57,9	1,11	local weich, Bruchfläche
		gehärtet	3,30	4,93	18,0	10,8	57,5	0,87	normal-sehnig.
16	Flansche	ungehärtet	2,71	4,17	31,6	26,7	58,7	1,23	Bruch am Stabende.
		gehärtet	4,50	7,00	—	—	—	—	
13	Steg	ungehärtet	3,84	5,56	26,0	20,4	44,1	1,34	Bruchfl. theilw. körnig,
		gehärtet	5,25	7,87	7,2	4,3	24,5	0,55	stahlartig.
12	Flansche	ungehärtet	2,97	4,29	31,6	26,1	59,1	1,26	Bruch unregelmässig,
		gehärtet	4,00	5,82	15,8	11,5	—	0,89	normal-sehnig.
10	Flansche	ungehärtet	3,16	4,60	28,5	24,0	51,9	1,21	local weich, Bruchfläche
		gehärtet	3,82	5,90	13,4	9,3	51,2	0,77	sehnig, normal.

Härtproben.

Tab. 7.

Schweisseisen.

Deutsch-Normal-Profil No.	Ort der Entnahme der Probe	Beschaffenheit des Materials	Spannung an der Streckgrenze ϱ *tn* pro cm^2	Zugfestigkeit β *tn* pro cm^2	Dehnung nach Bruch p. 10 *cm* λ_1 in %	Dehnung nach Bruch p. 20 *cm* λ_2 in %	Contraction φ in %	Spec. Deform.-Arbeit α *tn* u. *cm*	Bemerkungen bezüglich der Härteproben
24	Steg	ungehärtet	2,42	3,47	12,1	11,3	14,5	0,39	Bruchfl. blättrig-sehnig,
		gehärtet	2,76	3,99	12,8	11,0	16,8	0,45	normal.
23	Flansche	ungehärtet	2,41	3,66	28,7	20,5	37,2	1,00	
		gehärtet	2,51	3,70	25,2	19,0	36,3	0,87	Bruchfl. normal-sehnig.
20	Flansche	ungehärtet	2,27	3,62	22,5	21,6	24,4	0,74	
		gehärtet	2,57	4,21	22,8	17,1	32,8	0,84	Alles wie vorher.
20	Flansche	ungehärtet	2,27	3,62	22,5	21,6	24,4	0,74	
		gehärtet	2,34	3,82	23,6	18,4	33,4	0,84	Alles wie vorher.
16	Flansche	ungehärtet	2,32	3,80	29,3	25,6	36,8	1,03	Bruchfl. normal-sehnig
		gehärtet	2,60	4,43	23,8	20,1	20,9	1,00	mit einer härtern Partie.
13	Steg	ungehärtet	2,51	3,66	11,1	9,5	14,8	0,36	
		gehärtet	2,66	3,50	—	—	—	—	Schweissfehler.
12	Flansche	ungehärtet	2,50	3,80	25,8	21,7	30,9	0,93	
		gehärtet	2,68	4,12	21,0	17,0	33,3	0,80	Bruchfl. normal-sehnig.
10	Flansche	ungehärtet	2,59	3,80	16,8	15,5	22,8	0.69	
		gehärtet	2,69	3,95	15,6	10,0	21,6	0,59	Bruchfl. blättrig-sehnig.

Resultate de

Deutsches Norm.-Prof. No.	Material	Stützweite in m	Durchbiegung bei der Elasticitäts-Grenze cm pro 1,0 tn	Elasticitäts-Grenze cm Total	Bieggrenze cm	max. Tragkr. cm	Elasticitäts-Modul tn pro cm^2	Biegungsspannungen in tn pro cm^2 bei der El.-Grenze	Bieg-Grenze	max. Tragkr.
24	Flusseisen	1,50	0,0098	0,1813	0,28	2,82	1673	1,94	2,68	3,67
	Schweisseisen		0,0099	0,1336	0,29	2,54	1656	1,42	2,52	3,57
23	Flusseisen	1,50	0,0120	0,1808	0,32	1,68	1761	1,95	2,89	3,48
	Schweisseisen		0,0119	0,1486	0,28	4,90	1624	1,47	2,19	3,78
22	Flusseisen	1,50	0,0128	0,224	0,30	3,50	1777	2,33	3,00	4,19
	Schweisseisen		0,0135	0,169	0,23	2,20	1686	1,67	2,20	3,27
21	Flusseisen	1,50	0,0152	0,2048	0,26	1,88	1792	2,06	2,51	3,43
	Schweisseisen		0,0161	0,1526	0,24	1,86	1692	1,45	2,21	3,24
20	Flusseisen	1,50	0,0186	0,2135	0,28	3,60	1752	2,00	2,60	3,69
	Schweisseisen		0,0191	0,1620	0,24	2,30	1706	1,47	2,17	3,47
19	Flusseisen	1,50	0,0221	0,2490	0,33	4,30	1787	2,25	2,86	3,7
	Schweisseisen		0,0240	0,1500	0,31	3,00	1647	1,25	2,10	3,9
18	Flusseisen	1,50	0,0260	0,2661	0,34	4,30	1855	2,37	2,89	3,6
	Schweisseisen		0,0297	0,2005	0,35	3,25	1621	1,56	2,37	3,47
17	Flusseisen	1,50	0,0322	0,2418	0,38	4,68	1855	2,02	2,90	4,0
	Schweisseisen		0,0388	0,1856	0,32	3,80	1767	1,48	2,36	3,64
16	Flusseisen	1,50	0,0390	0,3022	0,50	7,64	1907	2,46	3,18	4,29
	Schweisseisen		0,0410	0,2359	0,36	4,58	1814	1,83	2,62	3,49
15	Flusseisen	1,50	0,0496	0,3348	0,45	7,40	1908	2,56	3,22	4,26
	Schweisseisen		0,0505	0,1894	0,34	6,78	1874	1,42	2,37	3,68
14	Flusseisen	1,50	0,0611	0,3591	0,47	8,85	1983	2,66	3,29	4,49
	Schweisseisen		0,0650	0,2523	0,42	7,10	1869	1,76	2,66	3,97
13	Flusseisen	1,50	0,0847	0,4132	0,56	9,23	1883	2,70	3,46	4,98
	Schweisseisen		0,0883	0,2542	0,39	6,66	1806	1,59	2,35	3,7
12	Flusseisen	1,50	0,1087	0,3936	0,63	11,00	1954	2,47	3,23	4,34
	Schweisseisen		0,1175	0,3083	0,47	10,10	1808	1,79	2,55	3,9
11	Flusseisen	1,50	0,1469	0,4231	0,60	9,60	1986	2,46	3,10	3,97
	Schweisseisen		0,1531	0,2878	0,50	7,33	1906	1,61	2,57	4,07
10	Flusseisen	1,50	0,1936	0,4453	0,57	9,40	2111	2,51	3,27	4,50
	Schweisseisen		0,2113	0,3043	0,54	7,92	1934	1,57	2,87	3,95

Biegeproben. *Tab. 8.*

Arbeit *cm tn*	Differenz zu Gunsten d. Flusseisens total	Differenz zu Gunsten d. Flusseisens in %	Bemerkungen
86,5	13,3	15,4	Bei 35 *tn* verbiegt sich der Steg; Träger wird windschief.
73,2			» 34 *tn* » » » » » » »
41,5	-89,5	-68,3	Bei 29,0 *tn* bläht sich der Steg lokal aufwärts; Träger wird windschief.
31,0			» 31,5 *tn* » » » » » » » » »
95,2	49,4	51,9	Bei 31,4 *tn* verbiegt sich der Steg; Träger wird windschief.
45,8			» 24,5 *tn* sinkt die Wage in Folge Verbiegung des Steges.
36,0	1,8	5,0	Bei 22,5 *tn* bläht sich der Steg nach oben; Träger wird windschief.
34,2			» 21,25 *tn* sinkt d. Wage in Folge Deform. d. Steges; Träger w. windschief.
67,0	28,0	41,8	Bei 21,25 *tn* bläht sich der Steg aufwärts; Träger wird windschief.
39,0			» 20,0 *tn* » » » » » » » »
71,0	29,3	41,3	Bei 18,88 *tn* biegt sich der Steg aufwärts; Träger wird windschief
41,7			» 16,75 *tn* » » » » » » » »
60,5	15,7	25,9	Bei 15,75 *tn* bläht sich der Steg lokal aufwärts; Träger wird windschief.
44,8			» 15,00 *tn* » » » » » » » » »
58,7	14,7	25,0	Bei 15,00 *tn* bläht sich der Steg aufwärts; Träger wird windschief.
44,0			» 13,5 *tn* » » » » » » » »
90,5	45,7	50,5	Bei 13,5 *tn* bläht sich der Steg aufwärts; Träger wird allmälig windschief.
44,8			Bei 11,0 *tn* » » » » » » » » »
72,8	15,6	21,4	Bei 11,25 *tn* gespannte Flansche steigt i. Folge Verbieg. d. Steg.; Träg. w. windsch.
57,2			» 9,75 *tn* bläht sich der Steg aufwärts, gespannte Flansche steigt.
74,4	20,6	27,7	Bei 9,75 *tn* bläht sich der Steg aufwärts; Träger wird windschief.
53,8			» 8,75 *tn* » » » » » » » »
72,1	32,5	45,1	Bei 9,0 *tn* bläht sich der Steg aufwärts; Träger wird windschief.
39,6			» 6,75 *tn* » » » » » » » »
63,6	13,7	21,5	Bei 6,38 *tn* wird der Träger, in Folge Verbiegung des Steges, windschief.
49,9			» 5,75 *tn* bläht sich der Steg aufwärts; Träger wird windschief.
40,0	10,6	26,5	Bei 4,64 *tn* verbiegt sich der Steg; gepresste Flansche wird S-förmig.
29,4			» 4,75 *tn* » » » » Träger wird windschief.
34,1	8,3	24,3	Bei 4,13 *tn* steigt d. Steg u. d. gedrückte Flansche aufwärts, Träg. w. windsch.
25,8			» 3,63 *tn* verbiegt sich der Steg; Träger wird windschief.

Resultate de

Profil No.	Material	Fallgewicht in *tn*	Fallhöhe in *m* beim 1. u. 2. Schlag	Fallhöhe in *m* bei den folgenden Schlägen	Anzahl der Schläge	Durchbiegung in *mm* beim 1. Schlag	Durchbiegung in *mm* beim 2. Schlag	Geleistete Arbeit in *m tn*	Differenz absolut	Differenz in % zu Gunst
24	Flusseisen	0,50	2,0	4,0	4	6,5	14,5	6,0	4,0	66,6
	Schweisseisen				2	7,0	17,0	2,0		—
23	Flusseisen	0,50	1,78	3.56	4	7,0	14,0	5,34	3,56	66,6
	Schweisseisen				2	7,0	17,0	1,78		—
22	Flusseisen	0,50	1,58	3,16	3	8,0	15,0	3,16	1,58	50,0
	Schweisseisen				2	8,0	18,0	1,58		—
21	Flusseisen	0,50	1,38	2,76	5	7,0	14,0	5,52	4,83	87,5
	Schweisseisen				1	7,0	14,0	0,69		—
20	Flusseisen	0,50	1,21	2,42	4	6,0	14,0	3,62	2,42	66,6
	Schweisseisen				2	7,0	15,0	1,20		—
19	Flusseisen	0,50	1,05	2,10	5	7,0	14,0	4,21	3,15	74,8
	Schweisseisen				2	7,0	17,0	1,06		—
18	Flusseisen	0,50	0,91	1,82	4	7,0	14,0	2,73	1,82	66,6
	Schweisseisen				2	7,0	17,0	0,91		—
17	Flusseisen	0,50	0,78	1,56	4	8,0	18,0	2,34	1,56	66,6
	Schweisseisen				2	9,0	21,0	0,78		—
16	Flusseisen	0,30	1,11	2,22	4	9,0	18,0	1,98	0,66	33,3
	Schweisseisen				3	10,0	20,0	1,32		—
15	Flusseisen	0,30	0,93	1,86	4	10,0	19,0	1,68	0,56	33,3
	Schweisseisen				3	9,5	19,5	1,12		—
14	Flusseisen	0,30	0,77	1,54	4	10,0	18,0	1,38	0,46	33,3
	Schweisseisen				3	10,5	20,5	0,92		—
13	Flusseisen	0,30	0,64	1,28	4	10,0	21,0	1,14	0,38	33,3
	Schweisseisen				3	11,0	22,0	0,76		—
12	Flusseisen	0,30	0,52	1,04	4	10,0	20,0	0,93	0,31	33,8
	Schweisseisen				3	13,0	24,0	0,62		—
11	Flusseisen	0,30	0,42	0,48	4	12,0	23,0	0,75	0,0	0,0
	Schweisseisen				4	13,0	27,0	0,75		—
10	Flusseisen	0,30	0,34	0,68	4	9,0	18,0	0,60	0,0	0,0
	Schweisseisen				4	10,0	20,0	0,60		—

chlagproben. *Tab. 9.*

Bemerkungen.
Nach dem 4. Schlag ist der Steg in Nähe der Aufschlagfläche gebrochen.
Nach dem 2. Schlag zeigt der Steg in Nähe der Aufschlagfläche einen Längsriss, Schweissn. offen.
Nach dem 4. Schlag: met. Bruch in Steg und Flansche in der Aufschlagfläche.
» » 2. » Steg in Nähe der Aufschlagfläche verbogen u. längsrissig, Schweissn. offen.
Nach dem 3. Schlag: Steg in Nähe der Aufschlagfläche verbogen, quer- und längsrissig.
» » 2. » » » » » » » u. längsrissig, Schweissn. off.
Nach dem 5. Schlag: Träger intact, stark windschief.
» » 1. » Steg des Trägers schwach windschief und längsrissig, Schweissnath offen.
Nach dem 4. Schlag: Träger intact, stark windschief.
» » 2. » Schweissnath offen, Steg verbogen, in Nähe der Aufschlagfl. schwach anrissig.
Nach dem 5. Schlag: Träger windschief, Flansche in der Aufschlagfläche querrissig.
» » 2. » Schweissnath offen, Steg in Nähe der Aufschlagfl. verbogen, längsrissig.
Nach dem 4. Schlag: Träger stark windschief, vollkommen intact.
» » 2. » Schweissnath offen, Steg verbogen, längsrissig in Nähe der Aufschlagfläche.
Nach dem 4. Schlag: Träger intact, stark windschief.
» » 2. » Schweissnath offen, Steg in Nähe der Aufschlagfl. verbogen, fein längsrissig.
Nach dem 4. Schlag: Träger vollkommen intact, stark windschief.
» » 3. » Steg in Nähe der Aufschlagfl. verbogen, fein längsrissig, Schweissnath offen.
Nach dem 4. Schlag: Träger vollkommen intact, stark windschief.
» » 3. » Steg stark verbogen, in Nähe beider Flanschen längsrissig.
Nach dem 4. Schlag: Träger windschief, Steg in Nähe d. Aufschlagfl. stark verbogen, längsrissig.
» » 3. » Träger windsch., Steg i. Nähe d. Aufschlagfl. stark verb. längr. Schweissn. off.
Nach dem 4. Schlag: Träger windschief, Steg in Nähe d. Aufschlagfl. stark verbogen, längsrissig.
» » 3. » » » » » » » » » » »
Nach dem 4. Schlag: Träger stark windschief, sonst intact.
» » 3. » » » » „ »
Nach dem 4. Schlag: Träger stark windschief, vollkommen intact.
» » 4. » » » » » »
Nach dem 4. Schlag: Träger stark windschief, vollkommen intact.
» » 4. » » » » » »

Resultate einiger

Ausgeführt an

Deutsch. Norm.-Prof. No.	Material	Beschaffenheit des Versuchstückes	Fall-gewicht in *tn*	Fallhöhe in *m* beim 1. u. 2. Schlag	Fallhöhe in *m* bei den folgenden Schlägen	Gesammt-Anzahl der Schläge	Arbeit b. Bruch oder Ausrangiren *m tn*
24	Flusseisen Schweisseisen	Gespannte Trägerflansche auf 1,5 *mm* Tiefe durchgesägt	0,50	2,0	4,0	4 4	6,0 2,0
23	Flusseisen	Gespannte Trägerflansche auf 1,5 *mm* Tiefe durchgesägt	0,50	1,78	3,56	4	5,34
20	Flusseisen Schweisseisen	Gespannte Trägerflansche auf 2,0 *mm* Tief. durchgemeisselt	0,50	1,21	2,42	4 4	3,62 1,20
17	Flusseisen Schweisseisen	Gespannte Trägerflansche auf 1,5 *mm* Tiefe durchgesägt	0,50	0,78	1,56	5 4	3,12 0,78
16	Schweisseisen	Gespannte Trägerflansche auf 2,0 *mm* Tief. durchgemeisselt	0,30	1,11	2,22	3	1,32
15	Flusseisen Schweisseisen	Gespannte Trägerflansche auf 1,5 *mm* Tief. durchgemeisselt	0,30	0,93	1,86	4 2	1,68 0,56

Schlagproben. *Tab. 10.*

beschädigten Gebrauchsstücken.

Bemerkungen.
Nach dem 4. Schlag: Steg i. Nähe d. Aufschlagfl. stark verbogen, fein anrissig, Träger windschief
» » 2. » Steg in Nähe der Aufschlagfl. verbogen, längsrissig, n. d. 4. Schlag windsch.
Nach dem 4. Schlag: Träger vollkommen intact, windschief.
Nach dem 4. Schlag: Steg in Nähe der Aufschlagfläche stark verbogen, anrissig. Träger windschief, Meisselfurche erweitert, rissfrei.
Nach dem 2. Schlag: Steg verbogen und längsrissig, beim 4. Schlag Steg längs- und querrissig, die angehauene Flansche längs der Furche zur Hälfte durchgerissen.
Nach dem 5. Schlag: Bruch des Trägers von der Sägefurche ausgehend.
» » 2. » Steg verbogen, in der Nähe der Aufschlagfläche längsrissig, n. d. 4. Schl. Sägefurche merklich erweitert, anrissig, Träger ist windschief.
Nach dem 3. Schlage: Steg verbogen, Träger intact aber windschief, Meisselfurche erweitert, einseitig anrissig.
Nach dem 4. Schlag: Steg verbogen, Träger intact, windschief. Meisselfurche erweitert, an einer Kante schwach anrissig.
Beim 2. Schlag gerader, plötzlicher Bruch der angehauenen Flansche und des Steges.

Resultate de

Deutsch. Norm.-Prof. No.	Material	Beschaffenheit des Materials	Beschaffenheit der Lochleibung	Ursprüngliche Zug-Festigkeit *tn* pr. cm^2	Ursprüngliche Dehnung in % pro 20 *cm*	Ursprüngliche Contraction in %	Zugfestigkeit der Lochnath i[n] *tn* pro cm^2 bei gestanzt. Löcher[n]: absolut	Zugfestigkeit der Lochnath i[n] *tn* pro cm^2 bei gestanzt. Löcher[n]: % der ursprüng[l.] Festigke[it]
24	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	schiefrig »	4,50	26,1	55,5	3,57 4,75	— 20, + 5,
22	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	schiefrig »	4,69	24,0	52,0	3,39 5,09	— 27, + 8,
21	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	schiefrig »	4,43	22,6	49,3	3,52 4,77	— 20, + 7,
18	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	schiefrig »	4,29	25,7	56,7	3,66 4,84	— 14, + 12,
24	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	sämmtliche Löcher um 1 *mm* ansgerieben	4,50	26,1	55,5	4,55 4,69	+ 1, + 4,
18	Plusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	sämmtliche Löcher um 1 *mm* ausgerieben	4,29	25,7	56,7	4,71 4,71	+ 9, + 9,
24	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	rein, Lochränder scharf	4,50	26,1	55,5	— —	— —
22	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	rein, Lochränder scharf	4,69	24,0	52,0	— —	— —
19	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	rein, Lochränder scharf	4,43	25,5	53,6	— —	— —
19	Flusseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	rein, Lochränder scharf	4,43	25,5	53,6	— —	— —
19	Schweisseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	rein, Lochränder scharf	3,24	11,9	14,0	— —	— —
24	Schweisseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	rein, Lochränder scharf	3,47	11,3	14,5	2,54 3,18	— 26, — 8,
19	Schweisseisen	nicht ausgeglüht ausgeglüht	sämmtliche Löcher um 1 *mm* ausgerieben	3,24	11,9	14,0	3,14 3,32	— 3, + 2,

ochungsproben. *Tab. 11.*

Zugfestigkeit er Lochnath in *tn* pro cm^2 bei ebohrt. Löchern		Bemerkungen.
ab-solut	% der ursprüngl. Festigkeit	
—	—	Bei 3,31 *tn* pro cm^2 der Lochnaht treten unter Knall, von der Leibung 2 benachbarter Löcher, Risse auf; Bruchfläche körnig, hellglänzend.
—	—	Unter erhebl. Dehnung tritt Bruch v. e. seitl. Loche ausgehend ein, Bruchfl. lamellar, sehnig, norm.
—	—	Bei 3,31 *tn* pro cm^2 der Lochnath treten unter Knall von der Leitung 2 benachbarter Löcher Risse auf; Bruchfläche körnig, hellglänzend.
—	—	Unter starker Dehnung tritt Bruch v. mittl. Loch ausgehend ein; Bruchfl. lamellar, sehnig, norm.
—	—	Bei 3,28 *tn* pro cm^2 der Lochnath treten von der Leibung sämmtlicher Löcher ausgehend nacheinander Risse auf; Bruchfläche körnig.
—	—	Unter starker Dehnung u. Quercontraction tritt Bruch ein; Bruchfl. lamellar, vorwiegend sehnig.
—	—	Bei 3,63 *tn* pro cm^2 der Lochnath treten 2 Risse an der Leibung des mittleren Loches auf; Bruchfläche körnig, hellglänzend.
—	—	Unter starker Dehnung und Quercontraction tritt Bruch von einem seitlichen Loch ausgehend ein; Bruchfläche normal-sehnig.
—	—	Riss beginnt beim mittleren Loch, Bruchfläche normal-sehnig.
—	—	Riss beginnt gleichzeitig an der Leibung eines seitlichen und des mittleren Loches; Bruchfläche lamellar, sehnig, normal.
—	—	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt Bruch vom mittleren Loch aus ein; Bruchfläche lamellar, sehnig.
—	—	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt Bruch vom mittleren Loch aus ein; Bruchfläche lamellar, sehnig.
4,44	— 1,3	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt vom mittleren Loch aus Bruch ein; Bruchfläche normal-sehnig.
4,54	+ 0,9	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt von einem seitlichen Loch aus Bruch ein; Bruchfläche normal-sehnig.
5,37	+ 14,5	Alles wie vorher; Bruchfläche theilweise (einseitig) körnig, theilweise lamellar, normal-sehnig.
5,32	+ 13,4	
5,04	+ 13,7	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt Bruch ein; Bruchfl. lamellar, normal-sehnig, zeigt verwalzte Blasen.
5,02	+ 13,3	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt Bruch ein; Bruchfläche lamellar, normal-sehnig, zeigt verwalzte Blasen.
4,59	+ 3,6	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt Bruch vom mittleren Loch aus ein; Bruchfläche normal-sehnig.
4,59	+ 3,6	Unter erheblicher Dehnung und Quercontraction tritt Bruch vom mittleren Loch aus ein; Bruchfläche normal-sehnig.
3,35	+ 3,4	Bruch beginnt von einem seitlichen Loch aus; Bruchfläche blättrig-sehnig.
3,51	+ 8,3	" " " " " " " " "
—	—	Riss beginnt gleichzeitig zu beiden Seiten des mittleren Loches; Bruchfläche bis auf die körnige Umfassung eines seitlichen Loches, sehnig.
—	—	Riss beginnt gleichzeitig vom mittleren und einem seitlichen Loch aus; Bruchfl. sehnig.
—	—	Bruch beginnt von einem seitlichen Loch aus; Bruchfläche blättrig-sehnig.
—	—	" " " " " " " " "

Am Schlusse vorstehender Darlegung der Resultate unserer Untersuchungen lassen wir besserer Uebersicht willen, in gedrängter Form noch vergleichende Zusammenstellungen der gewonnenen Resultate folgen.

I. Qualität des Materials.

a. Vergleichende Zusammenstellung der Mittelwerthe der Zerreissproben.

Bezeichnung	Flusseisen		Schweisseisen		
Ort der Entnahme der Proben .	Flansche	Steg	Flansche	Steg	
Anzahl der ausgeführten Proben	30	30	30	30	Stück
Elasticitätsmodul	2110,9	2099,9	2035,1	2053,1	*tn* pro cm^2
Grenzmodul	2,31	2,51	1,44	1,39	»
Spannung an der Streckgrenze .	2,80	3,21	2,44	2,36	»
Zugfestigkeit	4,24	4,69	3,76	3,46	»
Specifische Deformationsarbeit .	1,27	1,31	0,91	0,36	*tn* u. *cm*
Dehnung nach Bruch pro 10 *cm*	32,6	29,9	25,7	11,8	in %
» » » » 20 »	26,3	24,1	22,3	10,7	»
Contraction	57,4	52,0	32,7	16,2	»

b. Vergleichende Zusammenstellung der Resultate der Kaltbiegeproben.

Bezeichnung	Flusseisen		Schweisseisen		
Ort der Entnahme der Proben . . .	Flansche	Steg	Flansche	Steg	
Anzahl der ausgeführten Proben . . .	30	30	30	30	Stück
Anzahl der maschinell bis 95° gebogenen, inzwischen gebrochenen Stäbe . . .	—	—	1	1	
Anzahl der beim Falten (Umschlagprobe) gebrochenen Stäbe*)	—	—	1	13	

c. Vergleichende Zusammenstellung der Resultate der Warmbiegeproben.

Bezeichnung	Flusseisen		Schweisseisen		
Ort der Entnahme der Proben . . .	Flansche	Steg	Flansche	Steg	
Anzahl der ausgeführten Proben . . .	30	30	30	30	Stück
Anzahl der von Hand gefalteten, inzwischen gebrochenen Stäbe*) . . .	—	—	2	15	

*) Metallischer Bruch.

d. Vergleichende Zusammenstellung der Resultate der Schweissproben.

Bezeichnung		Flusseisen	Schweisseisen
Gesammtanzahl der ausgeführten Schweissproben		30	30 Stück
Schlecht geschweisste Proben (Proben mit groben Schweissfehlern)		16,6 %	23,3 %
Besonders gut geschweisste Proben (Bruchflächen ausserhalb der geschweissten Stelle) . . .		20,0 %	36,6 %
Im Vergleiche zum ungeschweissten Material beträgt:			
die Abnahme (—) der Spannungen an der Streckgrenze	im Mittel:	— 0,6 %	— 2,4 %
die Abnahme (—) der Zugfestigkeit	» »	— 1,9 %	— 0,4 %
die Abnahme (—) der Dehnungen pro 10 *cm*	» »	— 33,1 %	— 10,4 %
die Abnahme (—) der specifischen Deformationsarbeit	» »	— 35,1 %	— 13,7 %

Bei Beurtheilung vorstehender Zahlenwerthe ist vor Augen zu behalten, dass die Aenderung der Dehnungsverhältnisse und damit der Deformationsarbeiten der Zugfestigkeit des geschweissten Flusseisens mehr das Verfahren, die Art als die Güte der Schweissung charakterisirt. Da die Schweissung von Hand unter Anwendung gewöhnlicher Handhämmer erfolgte, so war auch nicht zu vermeiden, dass die Schmiede die geschweissten Stücke bei abnehmender Temperatur richteten, streckten, kurz überschmiedeten. Bekanntlich ist aber das Flusseisen gegen mechanische Einwirkungen sehr empfindlich (vgl. auch Braun's Vortrag, Eisen und Stahl, 1882); jeder Hammerschlag vermindert die Ductilität und erhöht die Festigkeit des Materials local an der betreffenden Stelle. (Einwirkungen dieser Art treten bei der Zugprobe reliefartig aus dem umliegenden Metalle zum Vorschein. Kupfer zeigt ähnliches Verhalten.) Wahrscheinlich ist die erhebliche Abnahme der Dehnungsfähigkeit der geschweissten Versuchstäbe in Flusseisen grösserentheils diesem Umstande zuzuschreiben. Das Schweisseisen ist in dieser Hinsicht viel weniger empfindlich.

e. Vergleichende Zusammenstellung der Resultate der Härtproben.

Bezeichnung	Fluss-eisen	Schweiss-eisen
Gesammtanzahl der ausgeführten Härtproben	8 Stück	8 Stück
Im Vergleiche m. d. ungehärt. Materiale beträgt:		
die mittl. Zunahme (+) der Spannung . . . a. d. Streckgrenze	+ 39,3 %	+ 8,0 %
» » » » » Zugfestigkeit . » » »	+ 38,5 »	+ 7,8 »
» » » » » Dehnung p. 10 *cm* » » »	— 49,5 »	— 6,4 »
» » » » » Dehnung p. 20 *cm* » » »	— 61,8 »	— 17,9 »
» » » » » Contraction . . » » »	— 23,4 »	— 6,2 »
» » » » » spec. Deformationsarbeit . . . » » »	— 29,7 »	— 1,8 »

Mit Bruchstücken der gehärteten Zerreissproben sind genau in der auf S. 91 bezeichneten Art noch Kaltbiegeproben ausgeführt worden, welche folgende Resultate ergaben:

Gesammtanzahl der ausgeführten Proben	10 Stück	10 Stück
Anzahl der maschinell bis 95 ° gebogenen, inzwischen gebrochenen Stäbe	2*) »	7*) »
Anzahl der während dem Falten gebrochenen Stäbe . .	— »	2 »
Das Falten von Hand haben ertragen	8 »	1 »

II. Qualität des fertigen Productes.

a. Durchschnitts-Resultate der Biegeproben.

Auf beigehefteter Taf. V haben wir die Resultate der Biegeproben mit ganzen Gebrauchstücken in Fluss- und Schweisseisen graphisch dargestellt. Jedem Profil wurde eine Vertikale zugewiesen, auf welche in beliebig gewählten Maasstäben der Elasticitätsmodul, Grenzmodul, Spannung an der Streckgrenze und Max. Biege-Spannung aufgetragen wurden. Durch schwarz ausgezogene Linienzüge erscheinen die gleichartigen Werthzahlen der Biegeproben verbunden. Auf den ersten Blick lässt diese Darstellung erkennen, dass mit dem Grade der Durcharbeitung des Materials unter der Walze sowohl die Elasticitäts- als Festigkeitsverhältnisse der Träger wachsen.

Durchschnittsresultate für den täglichen Gebrauch zu gewinnen, haben wir die in Taf. V roth dargestellten Abgleichungslinien eingetragen und an Hand dieser die nachstehenden Durchschnittsresultate festgestellt.

---

*) Die einzelnen Biegungswinkel betrugen beim Flusseisen: 55°, 57°; beim Schweisseisen: 51°, 55°, 70°, 74°, 75°, 76° und 86°.

Tabellarische Zusammenstellung der Durchschnitts-Resultate der Biegeproben.

Deutsches Normal-Profil No.	Flusseisen				Schweisseisen.			
	Elasticitäts-Modul ε *tn* pr. cm^2	Spannung an der Elast.-Grenze γ' *tn* pro cm^2	Spannung an der Bieggrenze ϱ *tn* pro cm^2	Spannung bei der max. Tragkr. β *tn* pro cm^2	Elasticitäts-Modul ε *tn* pro cm^2	Spannung an der Elast.-Grenze γ' *tn* pro cm^2	Spannung an der Bieggrenze ϱ *tn* pro cm^2	Spannung bei der max. Tragkr. β *tn* pro cm^2
10	2000	2,70	3,50	4,50	1930	1,70	2,60	4,05
11	1981	2,65	3,43	4,43	1908	1,68	2,57	3,99
12	1962	2,60	3,36	4,36	1886	1,66	2,54	3,92
13	1942	2,55	3,28	4,28	1864	1,64	2,50	3,86
14	1923	2,50	3,21	4,21	1841	1,61	2,47	3,79
15	1904	2,45	3,14	4,14	1819	1,59	2,44	3,73
16	1884	2,40	3,07	4,07	1797	1,57	2,41	3,66
17	1865	2,35	3,00	4,00	1775	1,55	2,37	3,60
18	1846	2,30	2,93	3,93	1753	1,53	2,34	3,54
19	1826	2,25	2,86	3,86	1731	1,51	2,31	3,47
20	1807	2,20	2,78	3,78	1709	1,49	2,28	3,41
21	1788	2,15	2,71	3,71	1686	1,46	2,25	3,34
22	1769	2,10	2,64	3,64	1664	1,44	2,21	3,28
23	1749	2,05	2,57	3,57	1642	1,42	2,18	3,21
24	1730	2,00	2,50	3,50	1620	1,40	2,15	3,15
26*)		1,95*)				1,38*)		

b. Resultate der Schlagproben.

Bezüglich der zahlenmässigen Resultate der Schlagproben mit normalen und theilweise beschädigten Gebrauchstücken verweisen wir, Wiederholungen zu vermeiden, auf die Zusammenstellungen auf S. 136—139. Aus diesen geht unzweifelhaft hervor, dass:

1. Das Thomas-Flusseisen die dynamischen Belastungen, insbesondere zufällige Stosswirkungen, mit mindestens gleicher Zuverlässigkeit als das Schweisseisen aufzunehmen und zu übertragen vermag. In specieller Anwendung auf das gewalzte Trägermaterial ist die nicht unwichtige Thatsache anzuführen, dass wahrscheinlich in Folge Homogenität, gepaart mit der ausgewiesenen qualitativen Ueberlegenheit des Flusseisens im Stege, die Widerstandsfähigkeit und die relative Bruchsicherheit der Flusseisenträger mit wachsender Profilhöhe ebenfalls wächst.

---

*) Durch Interpolation bestimmt.

2. Dass kleine, zufällige Beschädigungen, Fehler etc. beim reinen, weichen Thomaseisen bezüglich Stabilität und Sicherheit einer Construction keine grössere Gefahr als beim Schweisseisen nach sich ziehen.

c. Vergleichende Zusammenstellung der Resultate der Lochungsproben.

Bezeichnung:	Flusseisen	Schweisseisen
Gesammtanzahl der ausgeführten Proben	20 Stück	6 Stück
Anzahl der Proben mit gestanztem Material . . .	12 »	4 »
» » » » gebohrtem » . . .	8 »	2 »
Abnahme (—) der ursprünglichen Zugfestigkeit durch Stanzen des Flusseisens, im Mittel:	— **20,9** %;	
im Maximum:	— 27,7 »	
Abnahme (—) der urspr. Zugfestigkeit des gestanzten und ausgeglühten Flusseisens, im Mittel:	+ **8,6** %;	
im Maximum:	+ 12,8 »	
Abnahme (—) der urspr. Zugfestigkeit durch Bohren des Flusseisens, im Mittel:	+ **7,6** %;	
im Maximum:	+ 14,5 »	
Abnahme (—) der urspr. Zugfestigkeit des gebohrten und ausgeglühten Flusseisens, im Mittel:	+ **7,8** %;	
im Maximum:	+ 13,4 »	
Abnahme (—) der urspr. Zugfestigkeit des gestanzten und ausgeriebenen Flusseisens, im Mittel:	+ **5,6** %;	
Abnahme (—) der urspr. Zugfestigkeit des gestanzten, ausgeglühten und ausgeriebenen Flusseisens, im Mittel:	+ **6,8** »	

Der scheinbare Widerspruch, welcher aus vorstehender Zusammenstellung in Folge Zunahme der ursprünglichen Zugfestigkeit des Flusseisens durch Stanzen und Ausglühen oder Ausreiben, ferner durch die Procedur des Bohrens resultirt, findet darin seine Erklärung, dass zur Feststellung der ursprünglichen Festigkeit Probestäbe mit blank abgeschlichteten Oberflächen benutzt wurden, während das Versuchsmaterial der Lochungsproben auf den Breitseiten die ursprüngliche, härtere Kruste trug. Mit Rücksicht hierauf kann man sagen:

1. Durch Stanzen des Flusseisens wird seine ursprüngliche Zugfestigkeit abgemindert; die Grösse der Abminderung hängt wahrscheinlich vom Verhältnisse des Lochdurchmessers zur Stärke des Flusseisens, ferner vom Verhältnisse des Stempels zum Durchmesser der Matrize der Stanzmaschine ab. Nach unsern Versuchen kann die fragliche Abminderung c. 30 % der ursprünglichen Festigkeit betragen.

Die Brucherscheinungen der gestanzten, unausgeglühten und nicht ausgeriebenen Proben waren dieselben. Bei einer bestimmten Belastung ertönten in Folge plötzlicher, von den Lochleibungen ausgehender Rissbildungen mehr oder weniger intensive Knalleffecte. Die Proben gestatteten hierauf noch eine mässige Steigerung der Belastungen und zerrissen meist plötzlich ohne Contractionserscheinungen. Die Bruchflächen dieser Proben zeigten in der Regel körniges Gefüge. Die zuerst angerissenen Theile des Bruchquerschnitts waren stets körnig, hellglänzend und erschienen umrahmt durch eine graue, matte, sehnige Zone. Die Länge dieser Partien schwankte zwischen 3—4 *mm*. Die seitlichen Figuren Nr. 1, 2, 3 und 4 auf der Tafel Nr. VI sollten einige der beschriebenen Bruchflächen zeigen. Leider ist der Lichtdruck nicht genügend sauber und scharf ausgefallen, um die Structurverhältnisse dieser Bruchflächen unterscheiden zu können.

2. Auf Grundlage der übereinstimmenden Brucherscheinungen kann als feststehend angesehen werden, dass durch Stanzen das Flusseisen am Lochumfange comprimirt, somit spröde wird, daher auch hier reissen muss, bevor die durchschnittliche Zugfestigkeit des Materials erreicht ist. Bestätigt wird diese Anschauung durch die Thatsache, dass

3. Durch Ausglühen des gestanzten Flusseisens oder durch gleichmässiges Ausreiben der gestanzten Löcher um 1 *mm* die ursprüngliche Festigkeit des Materials wieder hergestellt wird.

4. Durch Bohren wird die Festigkeit des Thomas-Flusseisens nicht alterirt.

Die gleiche Sachlage beim Schweisseisen konnte in Ermangelung ausreichenden Versuchsmaterials nicht festgestellt werden.

Die beigehefteten Lichtdruck-Tafeln Nr. VI, VII & VIII sollen einen Ueberblick über das gesammte Versuchsmaterial geben.

Taf. VI zeigt zunächst zwei Tabletten mit Stäben der Qualitätsproben; auf der einen Tablette sind Probestäbe aus dem Flusseisen-, auf der andern aus dem Schweisseisenprofil Nr. 24 zusammengestellt. Fig. 1 dieser Tabletten zeigt eine Schweissprobe; Fig. 2 und 3 die Zerreissproben aus der Flansche; Fig. 4 und 5 diejenigen aus dem Stege des Profils. Analog stellen Fig. 6 und 8 die Kalt-, resp. die Warmbiegeprobe mit Flanschen, — Fig. 7 und 9 diejenige mit Stegmaterial dar.

Fig. 1, 2, 3 und 4 der Taf. VI geben die schon früher erwähnten Bruchflächen einiger Lochungsproben mit Flusseisen. Fig. 5 und 6 gibt die Ansicht zweier gestanzten und ausgeglühten, — Fig. 7 einer gestanzten, unausgeglühten, jedoch ausgeriebenen Lochungsprobe. Vom höchsten Interesse sind die durch Abfallen des Glühspans auf den Breitseiten sämmtlicher über 20 *cm* breiten Lochungsproben selbstthätig erschienenen Spannungstrajectorien.

Fig. 12 stellt eine gebohrte, ausgeglühte, Fig. 13 eine gebohrte, nicht ausgeglühte, Fig. 14 eine gestanzte, unausgeglühte und nicht ausgeriebene Lochungsprobe dar.

Fig. 8 und 9, sowie Fig. 10 und 11 sind Biegeproben mit ganzen Gebrauchstücken.

Taf. VII gibt die Ansicht einer Auswahl von Schlagproben; man sieht, dass sämmtliche Flusseisenproben (Fig. 1, 4, 5, 7, 9 und 11), obschon stark gefaltet und durchgebogen, rissfrei geblieben sind, während die Schweissproben (Fig. 2, 3, 6, 8, 10 und 12) in der Regel in der Nähe der beiden Uebergangsstellen des Steges in die Flanschen metallischen Bruch zeigen; selbstredend dominirt von diesen Brüchen stets derjenige in Nähe der Aufschlagflächen des Rammbärs.

Taf. VIII gibt schliesslich ein Bild über die unter dem Dampfhammer im Werke ausgeführten Kaltproben, durch welche in erster Linie die Zuverlässigkeit und die aussergewöhnlichen Zähigkeitsverhältnisse des Flusseisens zur Anschauung gelangen.

Von der zulässigen Inanspruchnahme relativ beanspruchter I Träger.

In Ermanglung ausreichender Biegeproben mit ganzen Gebrauchstücken wurde bisher ziemlich allgemein die zulässige Inanspruchnahme relativ beanspruchter Träger vom Boden der Zugfestigkeit des Flanschenmaterials abgeleitet; man rechnete mit bestimmter Sicherheit gegen Bruch durch Zerreissen der gespannten Trägerflansche. Die Grösse dieser Zugfestigkeiten, weit mehr noch die benützten Sicherheitsgrade, zeigen eine bunte Verschiedenheit und selbst Werke mit angenähert gleichwerthigen Fabrikaten geben im Zahlenmateriale ihrer Profilalbums derart abweichende Angaben, dass unter Zugrundelegung derselben die Stabilität und Sicherheit ein und desselben Objectes je nach der Wahl des Albums sehr verschieden ausfallen kann.

Dass die zur Feststellung der zulässigen Inanspruchnahme und Belastungsverhältnisse der Träger erforderlichen Werthzahlen experimentel an ganzen Gebrauchstücken u. z. unter thunlichster Berücksichtigung der Art der Inanspruchnahme des Materials bei dessen hauptsächlichster Verwendung zu bestimmen sind, bedarf keiner weitern Begründung. Aus diesem Grunde können auch die zahlreichen Tabellenwerke über die

Tragfähigkeiten der Doppelt ⊤ Träger, die ohne Biegeversuche auf Grundlage von Zerreissungsproben aufgebaut sind, kaum mehr als den Werth eines Nothbehelfs für sich in Anspruch nehmen.

Im Sinne der Ausführungen auf S. 98 ist es auch nicht zulässig, die max. Biegungsspannungen unserer Versuchsreihen oder Ergebnisse ähnlicher Versuche zu verallgemeinern und zur Bestimmung der Grösse der zulässigen Inanspruchnahme der Träger zu Grunde zu legen, so lange durch die Formgebung der Profile, durch die Exactität der Walzung, der Geraderichtarbeit und durch die Art der Versuchsausführung die Möglichkeit localer, vorzeitiger Verbiegungen nicht ausgeschlossen wird. Da aber diese Forderungen kaum zu erfüllen sind, so wird voraussichtlich auch künftighin nichts anderes übrig bleiben, als zur Bestimmung der zulässigen Inanspruchnahme der Träger die specif. Faserspannung an der Elasticitätsgrenze zu benützen.

Principiell lässt sich gegen dieses Verfahren so lange nichts einwenden, als neben der Feststellung der Elasticitätsgrenze auch das qualitative Werthverhältniss des Constructionsmaterials selbst, Fall für Fall ermittelt und angegeben wird. Die Höhe der Elasticitätsgrenze allein verdient kein Vertrauen; sie wird blos durch den Nachweis werthvoll, dass das Material vermöge seiner Zähigkeit und Leistungsfähigkeit diejenige Sicherheit gewährt, die wir füglich von jedem Constructionsmateriale in erster Linie fordern müssen. Bei gleicher Festigkeit, gleicher Arbeitscapacität und differirender Elasticitätsgrenze gestattet das Material mit höherer Elasticitätsgrenze auch eine höhere Inanspruchnahme, weil seine sog. Ursprungsfestigkeit, innerhalb welcher jede noch so häufig wiederkehrende Inanspruchnahme die Zerstörung des Materials nicht mehr erzeugen kann, ebenfalls höher liegen muss. Wenn aber bei einem Materiale nicht nur die Elasticitätsgrenze, sondern auch Zähigkeit und Leistungsfähigkeit, insbesondere die Widerstandsfähigkeit gegen dynamische Belastungen, Schlag- und Stosswirkungen höher als bei einem andern Constructionsmaterial gleicher Gattung gefunden wird, so darf ersteres als das „hochwerthigere“ bezeichnet und unter sonst gleichen Verhältnissen höher beansprucht werden.

Aus vorstehenden Versuchsresultaten geht zweifellos hervor, dass das Stumm'sche Thomas-Flusseisen sämmtliche Bedingungen erfüllt, um gegenüber dem Schweisseisen der Brückenqualität als „hochwerthiger“ bezeichnet und kräftiger beansprucht zu werden.

Zur statischen Berechnung der Träger in Fluss- oder Schweisseisen empfehlen wir die Anwendung gleicher Sicherheitsgrade u. z.

Bei Hochbauten mit ausschliesslich ruhender Belastung	1,4 fache Sicherheit gegen Elast.-Grenze
Bei Hochbauten mit wechselnder stossfreier Belastung	1,7 » » » » »
Bei Hoch- u. Brückenbauten mit mässigen Erschütterungen	2,0 » » » » »
Bei Hoch- u. Brückenbauten mit heftigen Erschütterungen	2,5 » » » » »

Fachmännern gegenüber ist es kaum nöthig, besonders darauf hinzuweisen, dass unter Zugrundelegung vorstehender Sicherheitsgrade zulässige Spannungscoefficienten gewonnen werden, die sich für Schweisseisen mit den jetzt üblichen Usus im Grossen und Ganzen befriedigend decken. Folgende Zusammenstellung diene zur Orientirung für Constructeure, die mit Vorliebe die bestehenden Albums der Hüttenwerke gebrauchen.

Bezeichnung:	Gebr. Stumm (1884);			Burbach (Lauter u. Ritter) 1885.		
Angenommene mittlere Zugfestigkeit des Materials	3,60 *tn* pro *cm*²			3,60 *tn* pro *cm*²		
Sicherheitsgrad gegen Bruch (?)	3,6	4,5	6,0	3,0	4,0	5,0
Zulässige Inanspruchnahme der Träger, *tn* pro *cm*²	1.00	0,80	0,60	1,20	0,90	0,72

Die angenommene Festigkeit von 3,6 *tn* pro *cm*² trifft als max. Biegungsspannung für Schweissen beim deutsch. Normal-Profil No. 17 ein, vergleiche Seite 145. Die mittlere Spannung an der Elasticitäts-Grenze beträgt beim gleichen Profil. . . . . . . 1,55 *tn* pro *cm*²

Demnach arbeiten obige Werke mit einer Sicherheit gegen Elasticitäts-Grenze von	1,55	1,94	2,58	1,29	1,72	2,15

Vergleicht man unsere Ansätze mit jenen der Gebr. Stumm und der Burbacher-Hütte, so erkennt man, dass sie ziemlich in der Mitte liegen und dass daher die mit diesen Sicherheitsgraden berechneten Tabellen mindestens jenes Vertrauen und Beachtung verdienen, welches man bisher dem unbegründeten Zahlenmateriale der unterschiedlichen Profilalbums entgegengebracht hatte.

Folgende Zusammenstellung gibt die zulässigen Inanspruchnahmen der deutschen Normalprofile in Fluss- und Schweisseisen; sie sind in Folge der Veränderlichkeit der Biegspannungen an der Elasticitätsgrenze ebenfalls veränderlich ausgefallen.

Tabellarische Zusammenstellung

der zulässigen Inanspruchnahme, *tn* pro cm^2, der deutschen Normalprofile
in **Fluss- u. Schweisseisen**
bei constanter Sicherheit gegen Elasticitätsgrenze.

Deutsches Norm.-Prof. No.	Flusseisen				Schweisseisen			
	Sicherheitsgrad gegen Elasticitätsgrenze				Sicherheitsgrad gegen Elasticitätsgrenze			
	1,4 bei fester Belastung	1,7 b. wechselnd. stossfreier Belastung	2,0 b. Belastgen. mit mässigen Erschüttergn.	2,5 b. Belastgen. mit heftigen Erschüttergn.	1,4 bei fester Belastung	1,7 b. wechselnd. stossfreier Belastung	2,0 b. Belastgen. mit mässigen Erschüttergn.	2,5 b. Belastgen. mit heftigen Erschüttergn.
10	1,93	1,59	1,35	1,08	1,21	1,0	0,85	0,68
11	1,89	1,56	1,32	1,06	1,20	0,99	0,84	0,67
12	1,86	1,53	1,30	1,04	1,19	0,98	0,83	0,66
13	1,82	1,50	1,27	1,02	1,17	0,96	0,82	0,66
14	1,78	1,47	1,25	1,00	1,15	0,95	0,80	0,64
15	1,74	1,44	1,22	0,98	1,13	0,93	0,79	0,64
16	1,71	1,41	1,20	0,96	1,12	0,92	0,78	0,63
17	1,68	1,38	1,17	0,94	1,11	0,91	0,77	0,62
18	1,64	1,35	1,15	0,92	1,09	0,90	0,76	0,61
19	1,61	1,32	1,12	0,90	1,08	0,89	0,75	0,60
20	1,57	1,29	1,10	0,88	1,06	0,88	0,74	0,60
21	1,53	1,26	1,07	0,86	1,04	0,86	0,73	0,58
22	1,50	1,23	1,05	0,84	1,03	0,85	0,72	0,58
23	1,46	1,21	1,02	0,82	1,01	0,83	0,71	0,57
24	1,43	1,18	1,00	0,80	1,00	0,82	0,70	0,56
26*	1,36*	1,12*	0,95*	0,76*	0,97*	0,80*	0,68*	0,54*

Unter Zugrundelegung vorstehender „zulässiger Spannungscoefficienten" wurden schliesslich die folgenden Tabellen berechnet.

Speciell gibt Tabelle Nr. 12 die Dimensionen, Querschnitte, Gewichte, Trägheits- und Widerstandsmomente, sowie die zulässigen Momente der innern Spannung der wichtigsten relativ beanspruchten Normalprofile Nr. 10 bis incl. 26; sie ist allgemein gültig und wird sowohl bei Dimensionirung von Brücken als Hochbauconstructionen gute Dienste leisten.

Die Tabellen Nr. 13, 14, 15 und 16 sind Jedermann selbstverständlich, und bedürfen keiner nähern Erklärung.

Deutsche

Dimensionen, Querschnitte, Gewichte, Trägheitsmomente, Widerstandsmomente,

Bei 1,4, 1,7, 2,0 2,5 facher Sicher-

Profil No.	Dimensionen der Profile in *cm*	Quer-schnitt in cm^2	Gewicht in *kg* p. lfd. *m*	Trägheits-moment in *cm*	Wider-stands-moment in *cm*	Sicher-heits-grad	Moment der Biegungsspannungen in *tn cm*	
							Schweiss-eisen	**Flusseisen**
10	5,0 / 10 / 0,45	10,69	8,3	172,0	34,4	1,4	38,6	66,4
						1,7	34,4	54,7
						2,0	29,2	46,4
						2,5	23,4	37,1
11	5,4 / 11 / 0,48	12,36	9,6	241,0	43,8	1,4	52,6	82,8
						1,7	43,4	68,3
						2,0	36,8	57,8
						2,5	29,3	46,4
12	5,8 / 12 / 0,51	14,27	11,1	331,0	55,1	1,4	65,6	102,5
						1,7	54,0	84,3
						2,0	45,7	71,6
						2,5	33,3	57,3
13	6,2 / 13 / 0,54	16,19	12,6	441,0	67,8	1,4	79,3	123,4
						1,7	65,1	101,7
						2,0	55,6	86,1
						2,5	44,7	69,1
14	6,6 / 14 / 0,57	18,35	14,3	579,0	82,7	1,4	95,1	147,2
						1,7	78,6	121,6
						2,0	66,2	103,4
						2,5	52,9	82,7
15	7,0 / 15 / 0,60	20,50	16,0	743,0	99,0	1,4	111,9	172,3
						1,7	92,1	142,6
						2,0	78,2	120,8
						2,5	63,4	97,0
16	7,4 / 16 / 0,63	22,90	17,9	945,0	118,0	1,4	132,2	201,8
						1,7	108,6	166,4
						2,0	92,0	141,6
						2,5	74,3	113,3
17	7,8 / 17 / 0,66	25,40	19,8	1177,0	139,0	1,4	154,3	233,5
						1,7	126,5	191,8
						2,0	107,0	162,6
						2,5	86,2	130,7

Normalprofile.

und die zulässigen Momente der innern Spannungen einiger I Träger.

heit gegen Elasticitätsgrenze. **No 12.**

rofil No.	Dimensionen der Profile in *cm*	Quer-schnitt in cm^2	Gewicht in *kg* p. lfd. *m*	Trägheits-moment in *cm*	Wider-stands-moment in *cm*	Sicher-heits-grad	Zulässige Momente der Biegungsspannungen in *tn cm*	
							Schweiss-eisen	**Flusseisen**
18	8,2; 18; 0,69	28,0	21,9	1460,0	162,0	1,4	176,6	265,7
						1,7	145,8	218,7
						2,0	123,1	186,3
						2,5	98,8	149,0
19	8,6; 19; 0,72	30,7	24,0	1779,0	187,0	1,4	202,0	301,1
						1,7	166,4	246,8
						2,0	140,2	209,4
						2,5	112,2	168,3
20	9,0; 20; 0,75	33,7	26,2	2162,0	216,0	1,4	229,0	339,1
						1,7	190,1	278,6
						2,0	159,8	237,6
						2,5	129,6	190,1
21	9,4; 21; 0,78	36,6	28,5	2587,0	246,0	1,4	255,8	376,4
						1,7	211,6	310,0
						2,0	179,6	263,2
						2,5	142,7	211,6
22	9,8; 22; 0,81	39,8	31,0	3090,0	281,0	1,4	289,4	421,5
						1,7	238,8	345,6
						2,0	202,3	295,0
						2,5	163,0	236,0
23	10,2; 23; 0,84	42,9	33,5	3642,0	317,0	1,4	320,2	462,8
						1,7	263,1	383,6
						2,0	225,1	323,3
						2,5	180,7	259,9
24	10,6; 24; 0,87	46,4	36,2	4288,0	357,0	1,4	357,0	510,5
						1,7	292,7	421,2
						2,0	249,9	357,0
						2,5	199,9	285,6
26	11,3; 26; 0,94	53,7	41,9	5798,0	446,0	1,4	432,6	606,6
						1,7	356,8	499,5
						2,0	303,3	423,7
						2,5	240,8	339,0

Flusseisen.

Deutsche

Dimensionen, Querschnitte, Gewichte, Trägheitsmomente,

Profil No.	Dimensionen der Profile in *cm*	Querschnitt in *cm*	Gewicht in *kg* p. l. *m*	Trägheitsmoment in *cm*	Widerstandsmoment in *cm*	Sicherheitsgrad	Zulässige			
							1,0	1,5	2,0	2,5
10	10; 5,0; 0,45	10,69	8,3	172,0	34,4	1,4	5,311	2,361	1,328	0,850
						1,7	4,376	1,945	1,094	0,700
						2,0	3,715	1,651	0,929	0,594
						2,5	2,972	1,321	0,743	0,475
11	11; 5,4; 0,48	12,36	9,6	241,0	43,8	1,4	6,622	2,943	1,656	1,060
						1,7	5,466	2,429	1,366	0,874
						2,0	4,625	2,056	1,156	0,740
						2,5	3,714	1,651	0,928	0,594
12	12; 5,8; 0,51	14,27	11,1	331,0	55,1	1,4	8,199	3,644	2,050	1,312
						1,7	6,744	2,997	1,686	1,079
						2,0	5,730	2,547	1,432	0,91
						2,5	4,584	2,037	1,146	0,73
13	13; 6,2; 0,54	16,19	12,6	441,0	67,8	1,4	9,872	4,387	2,468	1,57
						1,7	8,136	3,616	2,034	1,30
						2,0	6,888	3,061	1,722	1,10
						2,5	5,532	2,459	1,383	0,88
14	14; 6,6; 0,57	18,35	14,3	579,0	82,7	1,4	11,776	5,234	2,944	1,884
						1,7	9,725	4,322	2,431	1,556
						2,0	8,270	3,675	2,067	1,32
						2,5	6,616	2,940	1,654	1,058
15	15; 7,0; 0,60	20,50	16,0	743,0	99,0	1,4	13,781	6,125	3,445	2,205
						1,7	11,405	5,069	2,851	1,825
						2,0	9,662	4,294	2,416	1,546
						2,5	7,762	3,450	1,940	1,242
16	16; 7,4; 0,63	22,90	17,9	945,0	118,0	1,4	16,142	7,174	4,036	2,583
						1,7	13,310	6,005	3,328	2,130
						2,0	11,328	5,035	2,832	1.812
						2,5	9,062	4,028	2,266	1,450
17	17; 7,8; 0,66	25,40	19,8	1177,0	139,0	1,4	18,682	8,303	4,670	2,98
						1,7	15,346	6,820	3,836	2,45
						2,0	13,010	5,782	3,253	2,082
						2,5	10,453	4,646	2,613	1,672

ormalprofile.

Flusseisen.

iderstandsmomente und die zulässigen Belastungen einiger I Eisen. *No. 13.*

ichmässig vertheilte Belastungen in *tn* p. l. *m* bei freier Auflage und einer Entfernung der Stützpunkte von Metern:

,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
590	0,434	0,332	0,262	0,212	0,175	0,157	0,126	0,108	0,094	0,083	0,073	0,065	0,059	0,053
486	0,357	0,273	0,216	0,175	0,145	0,121	0,103	0,089	0,078	0,068	0,060	0,054	0,048	0,044
413	0,303	0,232	0,183	0,149	0,123	0,103	0,088	0,076	0,066	0,058	0,051	0,046	0,041	0,037
330	0,243	0,186	0,147	0,119	0,098	0,082	0,070	0,061	0,053	0,046	0,041	0,037	0,033	0,030
736	0,541	0,414	0,327	0,265	0,219	0,184	0,157	0,135	0,118	0,103	0,092	0,082	0,073	0,066
607	0,446	0,342	0,270	0,219	0,181	0,152	0,129	0,111	0,097	0,085	0,076	0,067	0,061	0,055
514	0,377	0,289	0,228	0,185	0,153	0,128	0,109	0,094	0,082	0,072	0,064	0,057	0,051	0,046
413	0,303	0,232	0,183	0,148	0,123	0,103	0,088	0,076	0,066	0,058	0,051	0,046	0,041	0,037
911	0,669	0,512	0,405	0,328	0,271	0,228	0,194	0,167	0,146	0,128	0,113	0,101	0,091	0,082
749	0,550	0,421	0,333	0,270	0,223	0,187	0,160	0,138	0,120	0,105	0,093	0,083	0,075	0,067
637	0,468	0,358	0,283	0,229	0,189	0,159	0,136	0,117	0,102	0,089	0,079	0,071	0,063	0,057
509	0,374	0,286	0,226	0,183	0,151	0,127	0,108	0,093	0,081	0,072	0,063	0,056	0,051	0,046
097	0,806	0,617	0,487	0,395	0,326	0,274	0,234	0,201	0,175	0,154	0,137	0,122	0,109	0,099
904	0,664	0,508	0,402	0,325	0,269	0,226	0,192	0,166	0,145	0,127	0,113	0,100	0,090	0,081
765	0,562	0,430	0,340	0,275	0,228	0,191	0,163	0,140	0,122	0,108	0,095	0,085	0,076	0,069
615	0,452	0,346	0,273	0,221	0,183	0,154	0,131	0,113	0,098	0,086	0,076	0,068	0,061	0,055
308	0,961	0,736	0,581	0,471	0,389	0,327	0,279	0,240	0,209	0,184	0,163	0,145	0,130	0,118
081	0,794	0,608	0,480	0,389	0,321	0,270	0,230	0,198	0,173	0,152	0,135	0,120	0,108	0,097
919	0,675	0,517	0,408	0,331	0,273	0,230	0,196	0,169	0,147	0,129	0,114	0,102	0,092	0,083
735	0,540	0,413	0,327	0,265	0,219	0,184	0,157	0,135	0,118	0,103	0,091	0,082	0,073	0,066
531	1,125	0,861	0,680	0,551	0,455	0,383	0,326	0,281	0,245	0,215	0,191	0,170	0,153	0,138
267	0,931	0,713	0,563	0,456	0,377	0,317	0,270	0,233	0,203	0,178	0,158	0,141	0,126	0,114
074	0,789	0,604	0,477	0,386	0,319	0,268	0,229	0,197	0,172	0,151	0,134	0,119	0,107	0,097
862	0,634	0,485	0,383	0,310	0,256	0,216	0,184	0,158	0,138	0,121	0,107	0,096	0,086	0,078
794	1,318	1,009	0,797	0,646	0,534	0,448	0,382	0,329	0,287	0,252	0,223	0,199	0,179	0,161
479	1,086	0,832	0,657	0,532	0,440	0,370	0,315	0,272	0,237	0,208	0,184	0,164	0,147	0,133
259	0,925	0,708	0,559	0,453	0,374	0,315	0,268	0,231	0,201	0,177	0,157	0,140	0,125	0,113
007	0,740	0,566	0,447	0,362	0,299	0,252	0,214	0,185	0,161	0,142	0,125	0,112	0,100	0,091
076	1,525	1,168	0,922	0,747	0,617	0,519	0,442	0,381	0,332	0,292	0,258	0,231	0,207	0,187
705	1,253	0,959	0,758	0,614	0,507	0,426	0,363	0,313	0,273	0,240	0,212	0,189	0,170	0,153
446	1,062	0,813	0,642	0,520	0,430	0,361	0,308	0,265	0,231	0,203	0,180	0,161	0,144	0,130
161	0,853	0,653	0,516	0,418	0,345	0,290	0,247	0,213	0,186	0,163	0,145	0,129	0,116	0,104

Flusseisen.

Deutsche

Dimensionen, Querschnitte, Gewichte, Trägheitsmomente, Widerstands

Profil No.	Dimensionen der Profile in *cm*	Querschnitt in cm^2	Gewicht in *kg* p. l. *m*	Trägheitsmoment in *cm*	Widerstandsmoment in *cm*	Sicherheitsgrad	Zulässig			
							1,0	1,5	2,0	2,
18	18; 8,[illegible]; 0,69	28,0	21,9	1460,0	162,0	1,4	21,254	9,446	5,314	3,4
						1,7	17,496	7,776	4.374	2,7
						2,0	14,904	6,624	3,726	2,3
						2,5	11,923	5,299	2,981	1,9
19	19; 8,6; 0,72	30,7	24,0	1779,0	187,0	1,4	24,086	10,705	6,021	3,8
						1,7	19,747	8,776	4,937	3,1
						2,0	16,755	7,447	4,189	2,6
						2,5	13,464	5,984	3,366	2,1
20	20; 9,0; 0,75	33,7	26,2	2162,0	216,0	1,4	27,130	12,058	6,782	4,3
						1,7	22,291	9,907	5,573	3,5
						2,0	19,008	8,448	4,752	3,0
						2,5	15,206	6,758	3,802	2,4
21	21; 9,4; 0,78	36,6	28.5	2587,0	246,0	1,4	30,110	13,382	7,528	4,8
						1,7	24,797	11,021	6,199	3,9
						2,0	21,058	9,359	5,264	3,[illegible]
						2,5	16,925	7,522	4,231	2,7
22	22; 9,8; 0,81	39,8	31,0	3090,0	281,0	1,4	33,720	14,987	8,430	5,3
						1,7	27,650	12,289	6,913	4.4
						2,0	23,604	10,491	5,901	3,7
						2,5	18,883	8,392	4,721	3,0
23	23; 10,2; 0,84	42,9	33,5	3642,0	317,0	1,4	37,026	16,456	9,256	5,9
						1,7	30,686	13.638	7,671	4,9
						2,0	25,867	11,496	6,467	4,1
						2,5	20,795	9,242	5,199	3,3
24	24; 10,6; 0,87	46,4	36,2	4288,0	357,0	1,4	40,841	18,151	10,210	6,5
						1.7	33,701	14,978	8,425	5,3
						2,0	28,560	12,693	7,140	4,5
						2,5	22,848	10,155	5,712	3,[illegible]
26	26; 11,3; 0,94	53,7	41,9	5798,0	446,0	1,4	48,525	21,566	12,131	7,7
						1,7	39,962	17,761	9,990	6,3
						2,0	33,896	15,065	8,474	5,4
						2,5	27,117	12,052	6,779	4,3

ormalprofile. Flusseisen.

omente und die zulässigen Belastungen einiger I Eisen. *No. 14.*

eichmässig vertheilte Belastungen in *tn* p. l. *m* bei freier Auflage und einer Entfernung der Stützpunkte von Metern:

3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
,362	1,735	1,328	1,050	0,850	0,703	0,590	0,503	0,434	0,378	0,332	0,294	0,262	0,235	0,212
,944	1,428	1,093	0,864	0,700	0,578	0,486	0,414	0,357	0,311	0,263	0,242	0,216	0,194	0,175
,656	1,217	0,931	0,736	0,596	0,493	0,414	0,353	0,304	0,265	0,233	0,206	0,184	0,165	0,149
,325	0,973	0,745	0,589	0,477	0,394	0,331	0,282	0,243	0,212	0,186	0,165	0,147	0,132	0,119
,676	1,966	1,505	1,189	0,963	0,796	0,669	0,570	0,491	0,428	0,376	0,333	0,297	0,267	0,241
,194	1,612	1,234	0,975	0,790	0,653	0,548	0,467	0,403	0,351	0,309	0,273	0,244	0,219	0,197
,862	1,368	1,047	0,827	0,670	0,554	0,465	0,396	0,342	0,298	0,262	0,232	0,207	0,186	0,167
,496	1,099	0,841	0,665	0,538	0,445	0,374	0,319	0,275	0,239	0,210	0,186	0,166	0,149	0,135
,014	2,215	1,696	1,340	1,085	0,897	0,754	0,642	0,554	0,482	0,424	0,375	0,335	0,301	0,271
,229	1,820	1,393	1,101	0,892	0,737	0,619	0,528	0,455	0,396	0,348	0,308	0,275	0,247	0,223
,112	1,552	1,188	0,939	0,760	0,628	0,528	0,450	0,388	0,338	0,297	0,263	0,235	0,211	0,190
,690	1,241	0,950	0,751	0,608	0,503	0,422	0,360	0,310	0,270	0,238	0,210	0,188	0,168	0,152
,346	2,458	1,882	1,487	1,204	0,995	0,836	0,713	0,614	0,535	0,470	0,417	0,372	0,334	0,301
,755	2,024	1,550	1,224	0,992	0,820	0,689	0,587	0,506	0,441	0,387	0,343	0,306	0,275	0,248
,340	1,719	1,316	1,040	0,842	0,696	0,585	0,498	0,430	0,374	0,329	0,291	0,260	0,233	0,210
880	1,382	1,058	0,836	0,677	0,559	0,470	0,400	0,345	0,301	0,264	0,234	0,209	0,187	0,169
,747	2,753	2,108	1,665	1,349	1,115	0,937	0,798	0,688	0,599	0,527	0,467	0,416	0,374	0,337
,072	2,257	1,728	1,365	1,106	0,914	0,768	0,654	0,564	0,491	0,432	0,383	0,341	0,306	0,276
,623	1,927	1,475	1,166	0,944	0,780	0,656	0,559	0,482	0,420	0,369	0,327	0,291	0,261	0,236
,098	1,541	1,180	0,932	0,755	0,624	0,524	0,447	0,385	0,336	0,295	0,261	0,233	0,209	0,189
,114	3,022	2,314	1,828	1,481	1,224	1,028	0,876	0,756	0,658	0,578	0,512	0,457	0,410	0,370
,409	2,505	1,918	1,515	1,227	1,014	0,852	0,726	0,626	0,545	0,479	0,425	0,379	0,340	0,307
,874	2,112	1,617	1,277	1,035	0,855	0,718	0,612	0,528	0,460	0,404	0,358	0,319	0,287	0,259
,311	1,697	1,300	1,027	0,832	0,687	0,578	0,492	0,424	0,370	0,325	0,288	0,257	0,230	0,208
,538	3,334	2,552	2,017	1,634	1,350	1,134	0,967	0,833	0,726	0,638	0,565	0,504	0,452	0,408
,741	2,751	2,106	1,664	1,348	1,114	0,936	0,798	0,688	0,599	0,527	0,466	0,416	0,373	0,337
,173	2,331	1,785	1,410	1,142	0,944	0,793	0,676	0,583	0,508	0,446	0,395	0,352	0,316	0,286
,539	1,865	1,428	1,128	0,914	0,755	0,635	0,541	0,466	0,406	0,357	0,316	0,282	0,253	0,228
,392	3,961	3,033	2,396	1,941	1,604	1,348	1,148	0,990	0,863	0,758	0,672	0,599	0,538	0,485
,440	3,262	2,498	1,973	1,598	1,321	1,110	0,946	0,815	0,710	0,624	0,553	0,493	0,443	0,400
,766	2,767	2,118	1,674	1,356	1,120	0,941	0,802	0,692	0,602	0,530	0,469	0,418	0,375	0,339
,013	2,214	1,695	1,339	1,085	0,896	0,753	0,642	0,553	0,482	0,424	0,375	0,335	0,300	0,271

Schweisseisen.

Deutsch

Dimensionen, Querschnitte, Gewichte, Trägheitsmoment

Profil No.	Dimensionen der Profile in *cm*	Querschnitt in *cm*	Gewicht in *kg* p. l. *m*	Trägheitsmoment in *cm*	Widerstandsmoment in *cm*	Sicherheitsgrad	Zulässi			
							1,0	1,5	2,0	2,[illegible]
10	10; 5,0; 0,45	10,69	8,3	172,0	34,4	1,4	3,330	1,480	0,832	0,[illegible]
						1,7	2,752	1,223	0,688	0,4[illegible]
						2,0	2,339	1,040	0,585	0,3[illegible]
						2,5	1,871	0,832	0,468	0,[illegible]
11	11; 5,4; 0,48	12,36	9,6	241,0	43,8	1,4	4,205	1,869	1,051	0,[illegible]
						1,7	3,469	1,542	0,867	0,[illegible]
						2,0	2,943	1,308	0,736	0,[illegible]
						2,5	2,348	1,043	0,587	0,[illegible]
12	12; 5,8; 0,51	14,27	11,1	331,0	55,1	1,4	5,245	2,331	1,311	0,[illegible]
						1,7	4,320	1,920	1,080	0,[illegible]
						2,0	3,659	1,626	0,915	0,[illegible]
						2,5	2,909	1,293	0,727	0,[illegible]
13	13; 6,2; 0,54	16,19	12,6	441,0	67,8	1,4	6,346	2,820	1,586	1,[illegible]
						1,7	5,207	2,314	1,302	0,[illegible]
						2,0	4,448	1,977	1,112	0,[illegible]
						2,5	3,580	1,591	0,895	0,[illegible]
14	14; 6,6; 0,57	18,35	14,3	579,0	82,7	1,4	7,608	3,381	1,902	1,[illegible]
						1,7	6,285	2,793	1,571	1,[illegible]
						2,0	5,293	2,352	1,323	0,[illegible]
						2,5	4,234	1,882	1,058	0,[illegible]
15	15; 7,0; 0,60	20,50	16,0	743,0	99,0	1,4	8,950	3,978	2,237	1,[illegible]
						1,7	7,366	3,274	1,841	1,[illegible]
						2,0	6,257	2,781	1,564	1,[illegible]
						2,5	5,069	2,253	1,267	0,[illegible]
16	16; 7,4; 0,63	22,90	17,9	945,0	118,0	1,4	10,573	4,699	2,643	1,[illegible]
						1,7	8,685	3,860	2,171	1,[illegible]
						2,0	7,363	3,272	1,841	1,[illegible]
						2,5	5,947	2,643	1,487	0,[illegible]
17	17; 7,8; 0,66	25,40	19,8	1177,0	139,0	1,4	12,343	5,485	3,086	1,[illegible]
						1,7	10,119	4,497	2,530	1,[illegible]
						2,0	8,562	3,805	2,141	1,[illegible]
						2,5	6,894	3,064	1,724	1,[illegible]

Normalprofile. Schweisseisen.

Widerstandsmomente und die zulässigen Belastungen einiger I Eisen. *No. 15.*

leichmässig vertheilte Belastungen in *tn* p. l. *m* bei freier Auflage und einer Entfernung der Stützpunkte von Metern:

3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
0,370	0,272	0,208	0,164	0,133	0,110	0,092	0,079	0,068	0,059	0,052	0,046	0,041	0,037	0,033
0,306	0,225	0,172	0,136	0,110	0,091	0,076	0,065	0,056	0,049	0,043	0,038	0,034	0,030	0,027
0,260	0,191	0,146	0,115	0,093	0,077	0,065	0,055	0,048	0,041	0,036	0,032	0,029	0,026	0,023
0,208	0,153	0,117	0,092	0,075	0,062	0,052	0,044	0,038	0,033	0,029	0,026	0,023	0,021	0,019
0,467	0,343	0,263	0,208	0,168	0,139	0,117	0,099	0,086	0,075	0,066	0,058	0,052	0,046	0,042
0,385	0,283	0,217	0,171	0,139	0,115	0,096	0,082	0,071	0,062	0,054	0,048	0,043	0,038	0,035
0,327	0,240	0,184	0,145	0,118	0,097	0,082	0,070	0,060	0,052	0,046	0,041	0,036	0,033	0,029
0,261	0,192	0,147	0,116	0,094	0,078	0,065	0,055	0,048	0,042	0,037	0,032	0,029	0,026	0,023
0,583	0,428	0,328	0,259	0,210	0,173	0,146	0,124	0,107	0,093	0,082	0,073	0,065	0,058	0,052
0,480	0,353	0,270	0.213	0,173	0,143	0,120	0,102	0,088	0,077	0,067	0,060	0,053	0,048	0,043
0,406	0,299	0,229	0,181	0,146	0,121	0,102	0,086	0,075	0,065	0,057	0,051	0,045	0,040	0,036
0,323	0,237	0,182	0,144	0,116	0,096	0,081	0,069	0,059	0,052	0,045	0,040	0,036	0,032	0,029
0,705	0,518	0,397	0.313	0,254	0,210	0,176	0,150	0,129	0,113	0,099	0,088	0,078	0,070	0,063
0,578	0,425	0,325	0,257	0,208	0,172	0,145	0,123	0,106	0,092	0,081	0,072	0,064	0,058	0,052
0,494	0,363	0,278	0,220	0,178	0,147	0,123	0,105	0,091	0,079	0,069	0,061	0,055	0,049	0,044
0,398	0,292	0,224	0,177	0,143	0,118	0,099	0,085	0,073	0,064	0,056	0,049	0,044	0,040	0,036
0,845	0,621	0,475	0,376	0,304	0,251	0,211	0,180	0,155	0,135	0,119	0,105	0,094	0,084	0,076
0,698	0,513	0,393	0,310	0,251	0,208	0,174	0,149	0,128	0,112	0,098	0,087	0,077	0,070	0.063
0,588	0,432	0,331	0,261	0,212	0,175	0,147	0,125	0,108	0,094	0,083	0,073	0,065	0,059	0,053
0,470	0,346	0,265	0,209	0,169	0,140	0,118	0,100	0,086	0,075	0,066	0,059	0,052	0,047	0,042
0,994	0,730	0,559	0,442	0,358	0,296	0,249	0,212	0,183	0,159	0,140	0,124	0,110	0,099	0,089
0,818	0,601	0,460	0,364	0,295	0,243	0,205	0,174	0,150	0,131	0,115	0,102	0,091	0,082	0,074
0,695	0,511	0,391	0,309	0,250	0,207	0,174	0,148	0,128	0,111	0,098	0,086	0,077	0,069	0,062
0,563	0,414	0,317	0,250	0,203	0,167	0,141	0,120	0,103	0,090	0,079	0,070	0,062	0,056	0,051
1,175	0,863	0,661	0,522	0,423	0,349	0,294	0,250	0,216	0,188	0,165	0,146	0,130	0,117	0,106
0,965	0,709	0,543	0,429	0,347	0,287	0,241	0,205	0,177	0,154	0,136	0,120	0,107	0,096	0,087
0,818	0,601	0,460	0,364	0,294	0,243	0,204	0,174	0,150	0,131	0,115	0,102	0,091	0,081	0,074
0,661	0,485	0,372	0,294	0,238	0,197	0,165	0,141	0,121	0,106	0,093	0,082	0,073	0,066	0,059
1,371	1,008	0,771	0,609	0,494	0,408	0,343	0,292	0,252	0,219	0,193	0,171	0,152	0,137	0,123
1,124	0,826	0,632	0,500	0,405	0,334	0,281	0,239	0,206	0,180	0,158	0,140	0,125	0,112	0,101
0,951	0,699	0,535	0,423	0,342	0.283	0,238	0,203	0,175	0.152	0,134	0,118	0,106	0,095	0,086
0,766	0,563	0,431	0,340	0,276	0,228	0,191	0,163	0,141	0,122	0,108	0,095	0,085	0,076	0,069

Schweisseisen.

Deutsche

Dimensionen, Querschnitte, Gewichte, Trägheitsmomente, Widerstandsmomente,

Profil No.	Dimensionen der Profile in *cm*	Querschnitt in cm^2	Gewicht in *kg* p. lfd. *m*	Trägheitsmoment in *cm*	Widerstandsmoment in *cm*	Sicherheitsgrad	Zulässig			
							1.0	1.5	2,0	2,5
18	18 / 8,2 / 0,69	28,0	21,9	1460	162,0	1,4	14,126	6,278	3,532	2,26
						1,7	11,664	5,184	2,916	1,86
						2.0	9.850	4,378	2,462	1.57
						2,5	7,906	3,514	1.976	1,20
19	19 / 8,6 / 0,72	30,7	24,0	1779	187,0	1,4	16,157	7,181	4.039	2,5
						1,7	13,314	5,917	3 [illegible]29	2,1
						2 0	11,220	4.987	2.805	1,79
						2.5	8,976	3,989	2.244	1,4
20	20 / 9,0 / 0,75	33,7	26,2	2162	216.0	1,4	18,317	8,141	4,579	2,9
						1,7	15,206	6,758	3.802	2.4
						2,0	12,787	5,683	3,197	2,04
						2.5	10,368	4,608	2.592	1,6
21	21 / 9,4 / 0,78	36,6	28,5	2587	246,0	1,4	20,467	9.096	5.117	3,2
						1,7	16,925	7,522	4.231	2,7
						2,0	14,366	6,385	3.592	2,2
						2,5	11,414	5,073	2,854	1.8
22	22 / 9,8 / 0,81	39,8	31,0	3090	281,0	1,4	23.154	10,291	5,789	3,7
						1,7	19,108	8,492	4,777	3,0
						2,0	16,186	7,194	4,046	2,5
						2,5	13,038	5,795	3.260	2,0
23	23 / 10,2 / 0,84	42.9	33,5	3642	317,0	1,4	25,614	11,384	6.403	4,0
						1,7	21,049	9,355	5.262	3,3
						2,0	18,006	8,002	4.501	2,8
						2,5	14,455	6,424	3,614	2,3
24	24 / 10,6 / 0,87	46,4	36,2	4288	357,0	1,4	28.560	12,693	7,140	4,5
						1,7	23,419	10,408	5,855	3,7
						2,0	19,992	8,885	4,998	3.1
						2,5	15,994	7,108	3,998	2,5
26	26 / 11,3 / 0,94	53,7	41,9	5798	446.0	1,4	34,610	15,382	8,652	5,5
						1,7	28,544	12,686	7,136	4,5
						2,0	24,262	10,783	6 .066	3.8
						2,5	19,267	8,563	4,817	3,0

Normalprofile

Schweisseisen.

Durchbiegungen und die zulässigen Belastungen einiger I Eisen.

gleichmässig vertheilte Belastungen in *tn* p. lfd. *m* bei freier Auflage und einer Entfernung der Stützpunkte von Metern:

3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
1,570	1,153	0,883	0,698	0,565	0,467	0,392	0,334	0,288	0,251	0,221	0,195	0,174	0,156	0,141
1,296	0,952	0,729	0,576	0,466	0,385	0,324	0,276	0,238	0,207	0,182	0,161	0,144	0,129	0,117
1,094	0,804	0,616	0,486	0,394	0.326	0,273	0,233	0,201	0,175	0,154	0,136	0,122	0,109	0,098
0,878	0,645	0,494	0,390	0,316	0,261	0,220	0,187	0,161	0,140	0,123	0,109	0,097	0,087	0,079
1,795	1,319	1,010	0,798	0,646	0,534	0,449	0,382	0,330	0,287	0,252	0,224	0.199	0,179	0,161
1,479	1,087	0,832	0,657	0,532	0,440	0,370	0,315	0,272	0,237	0,208	0,184	0,164	0,147	0,133
1,247	0,916	0,701	0,554	0,449	0,371	0,312	0,2655	0,229	0,199	0,175	0,155	0,138	0,124	0,112
0,997	0,733	0,561	0,443	0,359	0,297	0,249	0,212	0,183	0,159	0,140	0,124	0,111	0,099	0,090
2,035	1,495	1,145	0,904	0,733	0,605	0,509	0,433	0,374	0,326	0,286	0,253	0,226	0,203	0,183
1,690	1,241	0,950	0,751	0,608	0,503	0,422	0,360	0,310	0,270	0,238	0,210	0,188	0,168	0,152
1,421	1,044	0,799	0,631	0,511	0,423	0,355	0,303	0,261	0,227	0,200	0.177	0,158	0,142	0,128
1,152	0,846	0,648	0,512	0,415	0,343	0,288	0,245	0,211	0,184	0,162	0,143	0,128	0,115	0,104
2.274	1,671	1,279	0,011	0.819	0,677	0,568	0,484	0,418	0,364	0,320	0.283	0,253	0,227	0,205
1,880	1,382	1,058	0,836	0,677	0,559	0,470	0,400	0,345	0,301	0,264	0,234	0,209	0,187	0,169
1,596	1,173	0,898	0,709	0,575	0,475	0.399	0,340	0,293	0,255	0,224	0,199	0,177	0.159	0,144
1.268	0,932	0,713	0,564	0,456	0,377	0,317	0.270	0,233	0,203	0,178	0,158	0,141	0,126	0,114
2,573	1,890	1,447	1,143	0,926	0,765	0,643	0,548	0,472	0,412	0,362	0,320	0,286	0,256	0,231
2,123	1,560	1,194	0,944	0,764	0,632	0,531	0.452	0,390	0,340	0.298	0,264	0,236	0,212	0,191
1,798	1,321	1,012	0,799	0,647	0.535	0,450	0,383	0,330	0,288	0,253	0,224	0.200	0,179	0,162
1,449	1,064	0,815	0,644	0,521	0,431	0,362	0,309	0,266	0,232	0,204	0,180	0,161	0,144	0,130
2,846	2.091	1,601	1.265	1,024	0,847	0,711	0,606	0,523	0,455	0,400	0,354	0,316	0,284	0,256
2,339	1.718	1,315	1,039	0,842	0,696	0,585	0,498	0,429	0,374	0,329	0,291	0,260	0,233	0,210
2,001	1,470	1.125	0,889	0,720	0,595	0.500	0.426	0,367	0,320	0,281	0,249	0,222	0,199	0,180
1,606	1.180	0,903	0,714	0,578	0,478	0,401	0,342	0,295	0,257	0.226	0,200	0,178	0,160	0,144
3,173	2,331	1,785	1.410	1,142	0,944	0,793	0,676	0,583	0,508	0,446	0,395	0,352	0,316	0,286
2,602	1.912	1,464	1,156	0.937	0,774	0,650	0.554	0,478	0,461	0,366	0,324	0.289	0,259	0,234
2,221	1,632	1,249	0,987	0,800	0,661	0,555	0.473	0,408	0,355	0,312	0,277	0,247	0,221	0,200
1,777	1,306	1,000	0,790	0,640	0,529	0,444	0,378	0.326	0 284	0,250	0,221	0,197	0,177	0,160
3,845	2,825	2,163	1,709	1,384	1,144	0,961	0,819	0,706	0,615	0,541	0,479	0,427	0,383	0,243
3,171	2.330	1,784	1,409	1,142	0,944	0.793	0,675	0,582	0,507	0,446	0,395	0,352	0,316	0,285
2,696	1,981	1,516	1,198	0,970	0,802	0,674	0.574	0,495	0,431	0.379	0,336	0,299	0,269	0,243
2,141	1,573	1,204	0,951	0,771	0,637	0,535	0,456	0,393	0,342	0,301	0,266	0,238	0,213	0,193

Versuche

über die Abnahme der Zugfestigkeit von Drahtseilen und einzelnen Drähten infolge der Biegung,

auf Veranlassung des technischen Eisenbahn-Inspectorates
ausgeführt im Herbste 1885
durch Hrn. Contr.-Ing. *Glauser* in Zürich.

Zweck dieser Versuche, welche noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sind, ist die Erlangung von Erfahrungswerthen über die Zugfestigkeit gebogener Drahtseile im Vergleich zur Festigkeit derselben Materialien bei gerader Streckung.

Das practische Interesse dieser Frage liegt zunächst in ihrem Zusammenhang mit der Verkehrssicherheit der in der Schweiz immer zahlreicher in's Leben tretenden Seilbahnen. Es hat bis jetzt an Anhaltspunkten für die Beurtheilung der Anstrengungen, welche die Drahtseile bei ihren Biegungen über die Umleitungs- und Führungsrollen erleiden, fast gänzlich gefehlt.

Die gewünschte Biegung wird bei diesen Versuchen durch eine besonders hergestellte Einspannungsvorrichtung erzeugt; dieselbe besteht im Wesentlichen aus einer für die gemeinschaftliche Fassung beider Seil-Enden geeigneten Vergusshülse und einer Rollencombination, gefasst zwischen zwei gekreuzten Laschenpaaren, deren eines an den beweglichen Zugapparat der Festigkeitsmaschine angehängt wird. Durch Anwendung von Rollen verschiedener Durchmesser und Verstellung der gegenseitigen Lage derselben im Apparat lassen sich die Bedingungen der Biegung in verschiedener Weise moduliren. Zu bisherigen Versuchen kamen nur folgende 2 Dispositionen zur Anwendung (vergl. Fig. 23 und 24):

Die Versuche waren folgende:

Nr.	Bruch-belast. *kg*	Dehnung Bruch in ‰ der freien Länge	Bruchstelle

Serie I. Juni 1.—5.

Altes Drahtseil der Zürcher Wasserwerke, 20 *mm* dick, bestehend aus 7 Litzen, jede aus 7 Drähten von 2 *mm* Dicke und Hanfseele,

Ganzer Metallquerschnitt des einfachen Seils = 153,9 mm^2.

Fig. 23.

Fig. 24.

Biegung nach Fig. 23.

1	18 750	—	zunächst der Vergusshülse.
2	19 250	—	Idem.
3	19 000	—	Idem.
Mittel	19 000	—	

Gerade Streckung.

4	8 620	—	zunächst der Vergusshülse.

Die Lage der Bruchstelle beweist nur, dass der Einfluss der Biegung geringer war als die durch die Hitze des Vergusses bewirkte Schwächung des alten, in seiner Structur wahrscheinlich veränderten Seils.

Serie II. Sept. 14. — 25.

Neues Drahtseil aus Bessemer Stahl von Oechslin in Schaffhausen 16 *mm.* dick, bestehend aus 5 Litzen, jede aus 6 Drähten von 2 *mm* Dicke und Hanfseele, und centraler Hanfseele.

Metallquerschnitt des einfachen Seils = 94,2 mm^2.

Biegung nach Fig. 23.

5	10 750	20	3 obere Litzen auf unterer Rolle.
6	10 250	22	2 untere Litzen am untern Tangirungspunkt des grossen Rades.
7	10 750	29	ganzes Seil an oberer Rolle.
8	10 350	25	3 untere Litzen an oberer Rolle.
Mittel	10 530	24	alle Mal auf Rollen.

Gerade Streckung.

9	5 200	20	2 Litzen 6 *cm* vom Verguss.
10	4 900	15	1 „ 25 „ „ „
11	5 125	14	1 „ 6 „ „ „
Mittel	5 070	16	

Die geringere Festigkeit des geraden gegenüber dem gebogenen Seil ist vielleicht auf eine etwas stärkere Drehung des Seil-Endes, von welchem letztere 3 geraden Proben entnommen worden sind, zurückzuführen. Als Ersatz dieser 3 Versuche wurden daher folgende angestellt mit Seilstücken, welche schon bei den Biegungsproben gedient hatten, welche dort aber, wegen ihrer Lage auf dem grossen Rad (dessen Nuth mit Leder gefüttert ist) vermuthlich noch nicht gelitten hatten.

12	5 375	17	1 Litze 78 *cm* vom Verguss.
13	5 375	15	2 „ 98 „ „ „
14	5 500	20	1 „ 10 „ „ „
Mittel	5 420	17	

Hienach hätten bei den Versuchen 5—8 die gebogenen Seile gegenüber den geraden eine *um 3 % geringere Festigkeit* gehabt.

Serie III. September 29 — October 16.

Stahldraht 5 *mm* dick, Querschnitt 19,63 mm^2.

Biegung nach Fig. 23.

15	3 455	15	Tangirungspunkt oben am grossen Rad.
16	3 470	14	52 *cm* von oberer Rolle.
17	3 495	15	9 „ „ unterer „
Mittel	3 473	15	1 mal auf Rollen, 2 mal daneben.

Biegung nach Fig. 24.

18	3 450	11	36 *cm* von oberer Rolle.
19	3 375	10	102 „ „ „ „
20	3 400	—	36 „ „ „ „
Mittel	3 408	10	0 mal auf Rollen, 3 mal daneben.

Gerade Streckung.

21	1 725	13	20 *cm* vom Verguss.
22	1 700	12	38 „ „ „
23	1 660	11	26 „ „ „
Mittel	1 695	12	

Serie IV. October 12 — 16.

Stahldraht von Blösch-Neuhaus in Biel. Dicke 4,4 *mm*. Querschnitt 15,20 mm^2.

24	2 660	11	34 *cm* von unterer Rolle
25	2 790	9	0 „ „ oberer „
26	2 725	9	65 „ „ unterer „ (am Verguss).
27	2 690	10	0 „ „ unterer „
28	2 745	12	28 „ „ oberer „
29	2 800	10	0 „ „ unterer „
30	2 690	11	0 „ „ oberer „
31	2 790	9	9 „ „ unterer „
32	2 720	11	52 „ „ oberer „
33	2 725	10	22 „ „ oberer „
34	2 670	11	54 „ „ unterer „
35	2 725	11	0 „ „ unterer „
Mittel	2 727	10	5 mal auf Rollen, 7 mal daneben.

Biegung nach Fig. 24.

36	2 750	7	80 *cm* von oberer Rolle.
37	2 620	8	31 „ „ oberer „
38	2 740	9	50 „ „ oberer „
39	2 740	9	67 „ „ oberer „
40	2 645	7	44 „ „ unterer „
41	2 625	8	141 „ „ unterer „
42	2 750	7	am unteren Tangirungspunkt des Umleitungs-Rades.
43	2 665	9	29 *cm* von oberer Rolle.
44	2 620	7	0 „ „ unterer „
45	2 662	8	51 „ „ unterer „ (am Verguss).
46	2 650	9	185 „ „ oberer „
47	2 580	10	17 „ „ unterer „
Mittel	2 671	8	2 mal auf Rollen, 10 mal daneben.

Gerade Streckung.

48	1 290	6	7 *cm* vom Verguss.
49	1 305	8	30 „ „ „
50	1 280	—	11 „ „ „
51	1 400	8	19 „ „ „
52	1 275	6	19 „ „ „
53	1 300	9	31 „ „ „
54	1 270	6	7 „ „ „
55	1 295	—	38 „ „ „
56	1 340	7	9 „ „ „
57	1 280	6	17 „ „ „
58	1 295	8	57 „ „ „
59	1 275	7	48 „ „ „
Mittel	1 300	7	

Ein Einfluss der Biegung ist also bei den Proben mit einzelnen Drähten in keinem Falle erkennbar. Im Gegentheil haben die gebogenen Drähte durchweg mehr getragen, als die geraden. Hieran mag allerdings schuld sein, dass in den kleinen Kräften, welche zur Zerreissung einzelner Drähte gehören, die Unvollkommenheiten des Apparates zu sehr in den Vordergrund treten. Namentlich war es bis dahin nicht gelungen, die Reibung, welche sich der Bewegung des Einspannungsapparates entgegensetzt, ganz zu beseitigen. Zwar konnte eine ziemlich gute Ausgleichung der Spannung durch selbstthätige Drehung der Rollen an den beiden Zweigen des Drahtes mittelst Vergleichung der Tonhöhen constatirt werden.

Dagegen hat offenbar die translatorische Bewegung des Apparates trotz seiner Auflagerung auf Walzen einen gewissen, zwar kleinen, Widerstand zu überwinden gehabt, um welchen die Waage die Spannung des gebogenen Drahtes zu hoch angegeben hat.

Um gerade diesen Punkt noch aufzuklären, wurde eine weitere Versuchsreihe angestellt, indem ein gleicher Draht wie bei Serie IV der Biegung nach Fig. 24 unterworfen wurde, und zwar die eine Hälfte der Proben unter gleicher Auflagerung wie bisher, die andere Hälfte unter vollständig frei pendelnder Aufhängung des ganzen Einspannungsapparates. Es ergaben sich:

Serie V. Oct. 19 und Nov. 4.

Stahldraht 4,4 *mm* wie bei IV.

Biegung nach Fig. 24.

Bei Lagerung auf Walzen.

60	2 705	10	0 *cm* von unterer Rolle.
61	2 715	9	158 „ „ oberer „
62	2 650	11	39 „ „ unterer „
63	2 685	11	8 „ „ unterer „
64	2 720	10	130 „ „ oberer „
65	2 670	10	15 „ „ oberer „
Mittel	2 691	10	1 mal auf Rolle, 5 mal daneben.

Bei Aufhängung.

66	2 660	11	24 *cm* von unterer Rolle.
67	(2 200)	—	(52 „ „ oberer „). Bruch im Verguss, daher Versuch zu cassiren.
68	2 660	10	0 *cm* von oberer Rolle.
69	2 670	10	0 „ „ oberer „
70	2 730	9	0 „ „ unterer „
71	2 660	7	51 „ „ unterer „ Br. neb. Verg.
Mittel	2 676	9	3 mal auf Rollen, 2 mal daneben.

Es ergibt sich hieraus bei Biegung nach Fig. 24 eine Reibung von 15 *kg*. Bei Biegung nach Fig. 52 mag die Reibung im Verhältniss des grösseren Gewichtes des Rollenapparates mehr betragen haben, sie käme in diesem Fall auf 23 *kg*.

Immerhin genügen diese Beträge, wenn sie als Correctionen an den Messungsresultaten in Rechnung gebracht werden, noch nicht, um das befremdende Gesammtergebniss der Einzel-

drahtproben zu ändern, dass nämlich die durch den Biegungsapparat geschlungenen Drähte mehr getragen haben als die gerade gestreckten.

Dass die Biegungsspannungen von ganz untergeordnetem Einfluss geblieben sind, beweist übrigens schon die Lage der Brüche, welche in fast allen Versuchsreihen in der Mehrzahl, statt auf den Rollen, zwischen denselben eingetreten sind.

Bevor auf diese Ergebnisse practische Schlüsse oder theoretische Betrachtungen gegründet werden können, wird es allerdings nothwendig sein, sie durch eine grössere Zahl von Versuchen noch besser zu erhärten.

Prüfung der Kettenglieder der Freiburger Drahtseilbrücke.

Ausgeführt im Auftrage des Hrn. Bauinspector

Ing. *A. Gremaud* in Freiburg.

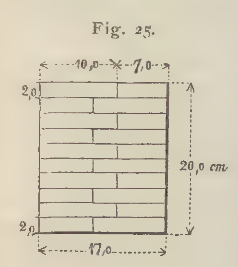
Anlässlich der Consolidirungsarbeiten der grossen Freiburger Hängebrücke (Grand-Pont suspendu), beantragte Herr Bauinspector A. Gremaud die Prüfung der Qualität der zur Verankerung der Drahtseile zu verwendenden Kettenglieder. Es handelte sich hier keineswegs um die stückweise Erprobung sämmtlicher Kettenglieder, wie das s. Z. durch die HH. Prof. Culmann und Ing. Paur beim Bau der Altener Kettenbrücke über die Thur geschah, sondern einmal um Feststellung der Qualität der zur Fabrication der Kettenglieder verwendeten Eisensorte, dann aber um Prüfung der Güte der Schweissung beziehungsweise um Feststellung der Einflüsse, die die Art der Erzeugung der Kettengliedöhre auf die ursprüngliche Materialbeschaffenheit sowie auf die Solidität der Kettenglieder selbst, nach sich gezogen haben möchte.

Die Festigkeits- und Zähigkeitsverhältnisse und damit der Werth eines Kettengliedes für Brückenbauzwecke hängt neben der Qualität der zur Herstellung desselben verwendeten Eisensorte in erster Linie wohl von Fabricationsverhältnissen, insbesondere von der Art und Weise ab, wie die Oehre des Kettengliedes erzeugt werden. Bevor wir auf die Beschreibung der Probeausführung und der dabei erzielten Resultate eintreten, scheint es daher angemessen die Fabricationsverhältnisse unseres Versuchsmaterials kurz zu beleuchten; dies um so mehr, als hier ein Fabricationsweg eingeschlagen wurde, der von vorneherein Gewähr dafür bietet, dass kein schädliches Ausschiefern

von quer das Schaftstück des Kettengliedes durchsetzenden Schweissstellen (Schweissnähte) vorkommen kann, dass vielmehr die Fasern des Schaftstückes von einem zum andern Ende des Kettengliedes mit mehr oder weniger belangreichen Verschiebungen aus der Axe in Nähe der Oehre, durchlaufen müssen.

Die fraglichen Kettenglieder der Freiburger-Hängebrücke sind auf dem von Roll'schen Eisenwerke zu Gerlafingen in folgender Weise erzeugt worden:

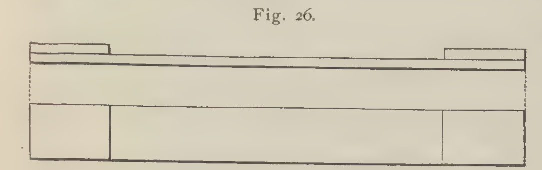
Fig. 25.



Vorerst wurden Flachstücke gewalzt, deren Breite und Dicke um ca. 3 *mm* stärker angenommen war, als sie das fertige Kettenglied aufzuweisen hatte. Fig. 25 stellt den Querschnitt des Packets dieser Fachstäbe dar. Sämmtliche im richtigen Verband aufgeschichteten Stäbe des Packetes waren durchgehende Luppenstäbe der Gerlafinger Holzkohlenqualität. Die Packete erhielten saftige Schweisshitze und wurden derart in die Züge des Flacheisenwalzwerkes gesteckt, dass der Walzendruck senkrecht zur Lagerfuge der Lappenstäbe ausgeübt wurde.

Die so gewonnenen Flachstäbe wurden sodann auf entsprechende Länge abgeschnitten und auf die Enden dieser Abschnitte zur Bildung der Oehre, vgl. Fig. 26, kurze Stücke der gleichen Flachstäbe, also aus gleichem Materiale aufgelegt. Die verstärkten Stabenden erhielten nun eine starke Schweisshitze, um die aufgelegten Plättchen auf die Flachschiene aufzuschweissen und gleichzeitig die vorgeschriebene Form der Oehre der Kettenglieder aus dem Stabende herauszuschmieden. Man benutzte hiezu einen raschgehenden, in nächster Nähe des Schweissofens situirten Dampfhammer, dessen Ambos eine dem Kettengliedöhre entsprechend geformte Stahlmatritze trug. Die ganze Procedur ging anstandslos vor sich; Ausschussstücke sind nicht vorgekommen, blos die Matritzen haben unter den kräftigen Hammerschlägen stark gelitten und mussten fleissig ausgewechselt werden.

Fig. 26.



Nach der beschriebenen Manipulation wurden die Kettengliedsöhre in gewöhnlichen Schmiedeeisenfeuern nachgeputzt

und an Hand starker Blechschablonen genau dimensionirt. Wegen des unvermeidlichen Abbrands an den Uebergangstellen von Oehr in Schaft wurden, wie oben erwähnt, die Flachstäbe (Schaftstücke) ursprünglich stärker gehalten und mussten nachträglich in rothwarmem Zustande auf die vorgeschriebenen Dimensionen nachgestreckt werden. Sämmtliche Löcher der Kettengliedöhre wurden an Hand einer Normallehre auf dem Werke, jedoch um einige Millimeter kleiner gebohrt, so dass das genaue Einpassen der Bolzen an Ort und Stelle durch die Bauunternehmung besorgt werden musste.

Behufs Vornahme der Eingangs angeführten Festigkeitsproben, sind zwei 1,2 *cm* lange Kettenglieder in die eidgen. Festigkeitsanstalt eingeliefert worden. Von diesen ist das eine ungetheilt also im Anlieferungszustande zwischen Doppellaschen gespannt und zerrissen worden, vgl. Fig. 27, während das andere Kettenglied nach Anleitung von Fig. 28 derart in 3 Theile zerlegt wurde, dass 2 Kopf- oder Oehrstücke mit den Schweissstellen und ein Schaftstück ohne Schweissnath zur Prüfung der Materialbeschaffenheit verwendet werden konnten. Fig. 29 gibt die Form und Art der Entnahme der Probestücke aus den Kopfstücken des Kettengliedes.

Fig. 27.

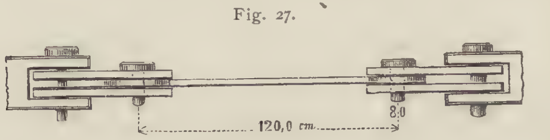


Fig. 28.

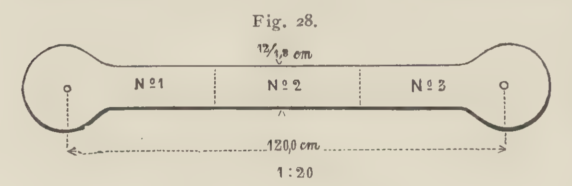
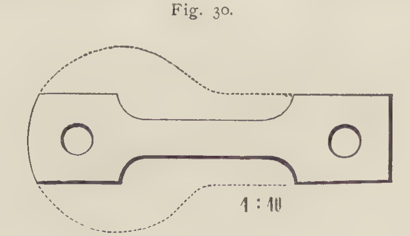


Fig. 30.



Die Ergebnisse der Zerreissproben enthält folgende Tabelle:

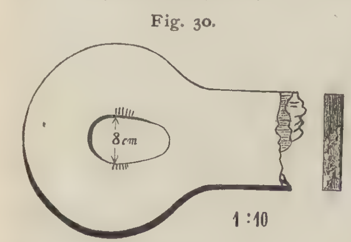
No.	Bezeichnung	Elasticitäts-modul t pro cm^2	Grenz-modul t pro cm^2	Zug-festigkeit t pro cm^2	Contraction des Bruch-querschnittes in %	Dehnung u. Bruch in %	Bemerkungen
1	Ungethlt. Kettenglied	—	1,74 (?)	3,10	c. 8,2	11,6	Bruch a. d. Schweiss-[stelle.
2	Kopfstück No. 1 .	2 130	1,44	3,15	14,4	11,9	Br. an der Schweissst.
3	Mittelstück No. 2 .	1 990	1,50	3,59	40,6	25,0	normal.
4	Kopfstück No, 3 .	2 040	1,51	3,55	24,6	22,8	wie bei No. 2.
	Mittel aus 2 und 4 .	2 085	1,48	3,35	19,5	17,3	
	Mittel aus 1. 2 und 4	—	—	3,23	13,9	14,5	

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Versuche Nr. 2, 3 und 4 beträgt zu Folge der Procedur der Oehrbildung:

1. Die Abnahme des Elasticitätsmod. + 4,7 % d. ungeschw. Eisens (Mittelst.)
2. „ „ des Grenzmoduls — 1,4 % „ „ „ ;
3. „ „ der Zugfestigkeit — 6,7 % „ „ „ ;
4. „ „ der Contraction — 51,9 % „ „ „ ;
5. „ „ der Dehnung n. Bruch — 30,8 % „ „ „ ;

Folgende Wahrnehmung verdient hier noch hervorgehoben zu werden. Der Versuch mit dem ungetheilten Kettengliede ergab nämlich, dass gleichzeitig mit der Festigkeitsgrenze (Zugfestigkeit) an der Uebergangsstelle von Oehr in Schaft des Kettengliedes, auch die Festigkeitsgrenze der Kettengliedöhre (Bruchfestigkeit), erreicht wurde. Wäre der Riss des Kettengliedes nicht an der genannten Uebergangsstelle eingetreten, so würde dieser zuverlässig und ohne nennenswerthe Mehrbelastung im einen der Oehre erfolgt sein, denn in der Nähe der Stellen, wo der Spannungswechsel der Lochleibungen liegt, sind beidseitig, vergl. Fig. 30, feine Anrisse, der deutlich ausgeprägte Beginn metallischen Querbruchs, aufgetreten.

Fig. 30.



Bei 8,0 *cm* Bohrlochdurchmesser und 1,88 *cm* Kettengliedstärke betrug die Projection der gepressten Lochleibung:

$$F = 8{,}0 \,.\, 1{,}88 = 15{,}04\ cm^2;$$

Der äussere Durchmesser der Kettengliedöhre betrug 25 *cm*.

zerrissen ist das Kettenglied bei $P = 72{,}5\ tn$; somit erreicht der Stauchdruck einen mittleren Werth von:

$$\sigma_s = \frac{72{,}5}{15{,}04} = 4{,}82\ tn \text{ pro } cm^2$$

Da nun die mittlere Zugfestigkeit des Kettengliedes zu $\beta = 3{,}25\ tn$ pro m^2 angenommen werden darf, so erhält man die Relation:

$$\sigma^s = 1{,}48\ \beta,$$

welche vorläufig bei Dimensionirung von Kettengliedbolzen zu berüchsicktigen wäre. In diesem Falle hätte man für β einfach die zulässige Zugspannung des Kettengliedes einzusetzen, um in σ_s den zulässigen Stauchdruck zu erhalten

Die Wichtigkeit dieser Sache lässt weitere Versuche zur Feststellung des Abhängigkeitsverhältnisses des Stauchdruckes, der Bruchfestigkeit der Oehre und der absoluten Festigkeit des Materials der Kettenglieder dringend erwünscht erscheinen.

Resultate der Prüfung der Materialqualität und der Scherfestigkeit des Nieteisens.

Neben der Grösse der Scherfestigkeit bestimmt der Zähigkeit und Homogenität eines Rundeisens seine Eignung für Nietzwecke. Zähigkeit gepaart mit Homogenität bedingen die Fähigkeit eines Materials, einerseits beim Pressen der Setzköpfe, dann beim Schliessen der Nietung rissfreie, gesunde, saubere Schliessköpfe zu geben, die der Inanspruchnahme in Folge Contraction durch Abkühlung dauernd zu widerstehen vermögen. Zähigkeit und Homogenität bestimmen die Materialpualität, welche sich jedoch mit dem Begriffe jener Materialqualität, die aus der Anforderung gegebene statische oder dynamische Anstrengungen mit Sicherheit dauernd zu übertragen abgeleitet wird, nicht völlig deckt. Ein Rundeisen kann an Hand der modernen Qualitätsprobe eine namhafte Zähigkeit zeigen ohne gleichzeitig denjenigen Grad von Homogenität zu besitzen, welcher nöthig ist, um tadellose Nietköpfe zu geben; mit andern Worten, die Qualität des Nieteisens lässt sich nach Art der Qualitätsbestimmung von Constructionseisen zahlmässig nicht ausdrücken und werden nach wie vor die alten Biege-, Schmied- und Stauchproben in kaltem und warmem Zustande des Materials in dieser Hinsicht ausschlaggebend bleiben. Um jedoch einerseits nicht übermässig weiches, anderseits zu hartes

Material zu erhalten, werden Proben zur Bestimmung der Grösse der Scherfestigkeit nothwendig, Zerreissproben nützlich sein.

Zur Ermittlung der Scherfestigkeit des Nietmaterial's dient in der eidgen. Festigkeitsanstalt ein Apparat, welcher im Wesentlichen aus einer zwischen Doppellaschen geführten schmiedeisernen Platte besteht, die durch Stellschrauben fixirt, zur Aufnahme eines massigen, ringförmigen Schmiedzeuges dient. Die äusseren Laschen sind ebenfalls gelocht und zur Aufnahme der Seitenstücke des Werkzeugs eingerichtet. Letztere schleifen auf dem ringförmigen Mittelstück und sind mittelst dreier Schrauben gegen seitliche Ausweichung gesichert. Das mittlere Schneidzeug, sowie die correspondirenden Seitenstücke bilden eine Garnitur des Scherapparats; sie ist aus gehärtetem Tiegelgussstahl erzeugt und besitzt in der Mitte eine Bohrung zur Aufnahme des Schaftes des auf seine Scherfestigkeit zu prüfenden Niets, welcher satt in die Bohrung des Werkzeuges eingepasst werden muss.

Die Anstalt besitzt im Ganzen 6 complete Garnituren zum Scherapparat, so dass Nieten von 1,8 bis 2,8 *cm* Durchmesser hinsichtlich Scherfestigkeit geprüft werden können.

Der so adjustirte Scherapparat wird an die Werder'sche Maschine gehängt und zunächst auf allfällig vorhandene Reibungsverhältnisse geprüft. Gewöhnlich wird das Mass der Reibung der Laschen, des Werkzeuges etc. bei Beginn und am Schlusse einer Untersuchung bestimmt, um die erhobenen Festigkeitszahlen nach Massgabe der angetroffenen Reibungsverhältnisse nachträglich zu corrigiren.

Resultate der Scherproben.

Ausgeführt im Auftrage der Bauleitung der untern Baseler Rheinbrücke. (Hr. Ing. *Bringolf.*)

1. Serie. Material: Schweisseisen.

1,5 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 4 Versuchen . . $\sigma = 2{,}95$ *tn* pro cm^2
im Maximum: $= 3{,}15$ „ „ „
„ Minimum: $= 2{,}59$ „ „ „

1,8 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 6 Versuchen . . $\sigma = 2{,}82$ *tn* pro cm^2
im Maximum: $= 2.90$ „ „ „
„ Minimum: $= 2{,}74$ „ „ „

2,1 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 4 Versuchen . . $\sigma = \mathbf{2},78$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 2,95 „ „ „
„ Minimum: = 2,66 „ „ „

2,5 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 3 Versuchen . . $\sigma = \mathbf{2},91$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 3,03 „ „ „
„ Minimum: = 2,79 „ „ „

2. Serie. Material: Schweisseisen.

1,5 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 9 Versuchen: . $\sigma = \mathbf{3},15$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 3,45 „ „ „
„ Minimum: = 2,90 „ „ „

1,8 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 14 Versuchen . . $\sigma = \mathbf{2},91$ *tn* pro cm^2
im Maximum; = 3,19 „ „ „
„ Minimum: = 2,80 „ „ „

2,5 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 9 Versuchen . . $\sigma = \mathbf{2},86$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 2,96 „ „ „
„ Minimum: = 2,63 „ „ „

3. Serie.

2,1 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel aus 22 Versuchen . . $\sigma = \mathbf{2}.91$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 3,22 „ „ „
„ Minimum: = 2,73 „ „ „

Scherversuche mit Nietmaterial bei der Gemüsebrücke in Zürich. Ausgeführt im Auftrage des Hrn. *Bürkli-Ziegler,* d. Z. Stadting.

Material: Schweisseisen.

2,0 *cm* Niet. u. Schraub.; *Scherfestigk.* im Mittel aus 10 Vers. $\sigma = \mathbf{3},02$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 3,44 „ „ „
„ Minimum: = 2,64 „ „ „

Scherversuche mit Kesselnieten. Ausgeführt im Auftrage der Herren Gebr. *Sulzer* in Winterthur.

1,7 *cm Schweisseis.-Niet.*; *Scherfestigk.* im Mitt. aus 3 Vers. $\sigma = \mathbf{3},32$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 3,39 „ „ „
„ Minimum: = 3,19 „ „ „

1,7 *cm Flusseisen-Nieten*; *Scherfestigk.* im Mitt. aus 3 Vers. $\sigma = \mathbf{3},12$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 3,26 „ „ „
„ Minimum: = 2,92 „ „ „

2,4 *cm Schweisseis.-Niet.; Scherfestigk.* im Mitt. aus 3 Vers. $\sigma = \mathbf{3},00$ *tn* pro cm^3
im Maximum: = 3,07 „ „ „
„ Minimum: = 2,97 „ „ „

2,4 *cm Flusseisen-Nieten; Scherfestigk.* im Mitt. aus 3 Vers. $\sigma = \mathbf{3},08$ *tn* pro cm^2
im Maximum: = 3,25 „ „ „
„ Minimum: = 2,95 „ „ „

Scherversuche mit Kesselnieten, aus schwedischem Flusseisen.
Ausgeführt im Auftrage des Hrn. *Walter Ernst* in Winterthur.

1,7 *cm Flusseisen-Nieten*; *Scherfestigk.* im Mitt. aus 3 Vers. σ = **3**.16 *tn* pro *cm*²
im Maximum: = 3,20 „ „ „
„ Minimum: = 3,15 „ „ „

Scherversuche; Auftrag des Hrn. *E. Bosshard* in Näfels.
Material: Schweisseisen.

1,8 *cm* Nieten; *Scherfestigkeit* im Mittel . . . . σ = **2**,98 *tn* pro *cm*²
im Maximum . . = 3,02 „ „ „
im Minimum . . = 2,95 „ „ „

In nachstehender Zusammenstellung geben wir eine Uebersicht über die Ergebnisse der Zerreissproben mit Rundeisen, welche zur Erzeugung der Nieten für die untere Baseler Brücke verwendet wurden. Der damalige Bauleiter, Hr. Ing. Bringolf, hatte Gewicht darauf gelegt, dass das zur Erzeugung der Nieten zu verwendende Material vorangehend auf seine Qualität geprüft werde. Zu diesem Ende wählte Hr. Bringolf vom Lager der Nietlieferanten, der HH. Martini & Comp. in Frauenfeld, Rundstäbe verschiedener Stärke aus, liess diese versuchsgerecht appretiren und in der eidg. Festigkeitsanstalt auf Qualität prüfen. Leider hatten diese Stäbe meist eine Gebrauchslänge von 15—18 *cm*, wesshalb die Dehnungen nach Bruch blos auf 10 *cm* ursprünglicher Stablänge bestimmt werden konnten.

No.	Durchmesser cm	Zugfestigkt. t pro cm^2	Streckgrenze t pro cm^2	Contraction %	Dehn. n. Bruch pro 10 cm %	Dehn. n. Bruch pro 20 cm %	Bemerkungen.
							Antragsteller: Bauleitung der untern Baseler Rheinbrücke (Hr. Ing. *Bringolf*). Nietmaterial „Schweisseisen".
1	1,77	4,06	2,40	54,0	27,0	—	Elast.-Mod $\varepsilon = 2\,070$; Grenzmodul: $\gamma = 1{,}56$ tn pro
2	1,99	—	—	—	—	—	„ „ $\varepsilon = 2\,150$; „ $\gamma = 1{,}53$ „ „
3	1,48	3,78	—	54,0	23,0	—	feinsehnig.
4	1,80	3,55	—	54,0	27,0	—	„
5	1,98	3,82	2,35	48,0	27,0	—	„
6	1,46	3,68	—	49,0	26,0	—	„
7	1,99	3,40	—	37,0	24,0	—	ziemlich grob sehnig; unganz.
8	1,50	3,75	—	22,0	—	—	Bruch am Stabende.
9	2.00	3,85	—	27,0	21,0	—	abnorm. Bruch; $\varepsilon = 2\,070$ tn; $\gamma = 1{,}54$ tn pro c
10	1.98	3,80	—	43,0	28,0	—	feinsehnig $\varepsilon = 2\,090$ „ $\gamma = 1{,}51$ „ „
11	1,49	3,51	—	50,0	25,0	—	localweich $\varepsilon = 2\,100$ „ $\gamma = 1{,}52$ „ „
12	1,81	3,50	—	—	—	—	unganz $\varepsilon = 2\,060$ „ $\gamma = 1{,}51$ „ „
13	1,67	3,84	2,25	44,8	21,2	—	
14	1,72	4,14	2,26	28,9	21,1	—	2 deutl. Längsspalten (Schweissnäthe).
15	1,75	4,11	2,55	43,0	25,6	—	kurzsehnig; deutlich geschichtet.
16	1.72	3,62	2,27	44,6	24,8	—	„ „ „
17	1,71	4,06	2,50	49,9	25,8	—	normal; mit einigen körnigen Einlagerungen.
18	1,74	3,90	2,56	—	—	—	abnormal; Bruch am Stabende.
19	1,74	3,89	2,42	40,7	24,6	—	norm.; Bruchfläche deutl. geschicht., zeigt Schweiss
20	1,72	3,94	2,45	49,2	25,7	—	normal; ähnlich wie vorher.
21	1,74	3,93	2,62	39,0	17,0	—	Material theilweise körnig.
22	1,73	3,62	2,30	29,0	17,0	—	unganz; Schweissfehler.
23	1,73	3,68	2,34	48,6	20,6	—	feinsehnig; $\varepsilon = 2\,126$ tn; $\gamma = 1{,}23$ tn pro cm^2.
24	1,72	3,45	—	28,0	19,6	—	Material unhomogen, theilweise körnig; querriss
25	1,75	3,70	—	47,8	24,0	—	normal; $\varepsilon = 2\,130$ tn; $\gamma = 1{,}29$ tn p
26	1,73	4,05	—	30,6	11.8	—	Mater. sehnig; querrissig $\varepsilon = 2\,133$ „ $\gamma = 1{,}23$ „
27	1,66	4,00	2,43	39,0	18,6	—	feinsehnig; geschichtet; Schweissnäthe sichtbar
28	1,66	4,06	2,43	43,5	22,0	—	„ „ „ „
29	1,66	4,00	2,43	41,6	25,0	—	„ „ „ „
30	1,66	3,55	2.20	42,5	23,0	—	schwammig, weich.
31	1,66	4,10	2,66	46,0	24,0	—	

o.	Durchmesser cm	Zugfestigkt. t pro cm^2	Streckgrenze t pro cm^2	Contraction %	Dehn. n. Bruch pro 10 cm %	Dehn. n. Bruch pro 20 cm %	Bemerkungen.
							Antragsteller: Stadtbauamt Zürich (Stadtingenieur *Bürkli-Ziegler*). Nieten und Schraubeneisen der Gemüsebrücke in Zürich. Material „Schweisseisen".
2	1,42	3,72	2,60	53,0	23,6	—	
3	1,41	3,30	2,24	52,0	24,3	—	feinsehnig.
4	1,36	3,62	2.59	46,0	12,0	—	localweich.
5	1,38	3,26	2,17	48,5	16,5	—	schwammig, kurzsehnig, localweich.
6	1,42	3,40	2,37	38,0	14,8	—	„ „ „
7	1,41	3,44	2,40	49,6	19,4	—	ähnlich wie vorher.
8	1,81	3,86	2,64	53,7	21,6	—	Schraubeneisen.
9	1,81	3,90	2,64	32,0	16,9	—	„ fehlerhaft.
0	1,81	3,33	2,05	56,0	24,8	—	„ feinsehnig; Schweissfehler.
1	1,81	3,28	1,86	70,0	24,0	—	„ ungem. zähe-weich (Schwedisch?)
							Antragsteller: Martini & Comp. in Frauenfeld. Nieteisen; Material: „Schweisseisen".
2	0,98	4,10	2,66	34,0	—	17,5	normalsehnig.
3	0,99	3,90	2,73	40,0	—	15,0	„
4	0,98	4,40	—	33,0	—	12,0	sehnig:
5	0,99	4,32	—	33,0		13,5	„
6	0,98	4,00	—	48,0	—	—	Bruch am Stabende.
7	0,99	3,76	—	36,0 *)	—	—	„ „ „ *) unsicher.
8	0,99	4,10	2,73	40,0	—	15,0	normal.
9	0,89	3,90	2,66	34,0	—	17,5	„
	1,98	3,80	2,72	46,5	25,8	20,7	normalsehnig.
	1,97	3,87	2,78	49,0	28,2	22,1	„
	1,49	3,60	2,70	41,4	22,7	18,0	Bruch am Stabende.
	1,49	3,50	2,64	50,5	22,6	18,1	„ „ „
	0,99	4,41	2,92	40,0	—	—	Dehnungen unsicher.
	0,98	3,86	2,90	56,0	—	—	„ „
	1,98	4,46	3,33	65,2	27,8	21,4	Flusseisenartig.
	1,99	4,34	3,00	60,4	31,7	24,1	„
	1,48	4,48	3,12	66,3	23,8	29,8	„
	1,48	4,42	3,14	68,0	19,5	24,5	„
	0,99	4,48	2,99	51,9	23,2	17,3	„
	1,00	4,27	3,06	42,7	24,6	15,5	„

Vergleicht man die in vorstehender Zusammenstellung ausgewiesene Zugfestigkeit mit der correspondirenden Scherfestigkeit (vergl. insbesondere die Versuche mit Nietmaterial der unteren Baseler Rheinbrücke), so findet man, dass das Verhältniss von:

$$\frac{\text{Scherfestigkeit}}{\text{Zugfestigkeit}} \text{ zwischen } {}^3/_4 \text{ und } {}^4/_5$$

schwankt. Im Allgemeinen steht der Werth des Verhältnisses näher an $^4/_5$ als an $^3/_4$ und nähert sich dem Verhältnisse von $^4/_5$ in dem Masse, als die Zugfestigkeit des Materials wächst.

Resultate der Qualitätsbestimmungen einiger Constructionsbleche.

(Waggon-, Schiffs-, Brücken- und Kesselbleche.)

No.	Herkunft des Materials.	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streckgrenze *t* pro cm^2	Zugfestigkt. *t* pro cm^2	Contraction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
	Antragsteller: Schweiz. Industrie-Gesellschaft, Schaffhausen.									
	Material: Schweisseisen.									
1	Hayange	0,8	2,48	2,68	3,82	11.4	13,2	12,1	0,46	sehnig; geschichtet.
2	De Wendel	„	2,49	2,57	3,64	10,3	8,7	7.5	0,28	Querrichtung.
3	& Co.	„	2,48	2,60	3,79	14,4	19,0	15,0	0,57	sehnig; normal.
4		„	2,49	2,57	3,61	11,8	8,0	7,9	0,28	Querrichtung.
5		0,8	1,88	2,69	3,81	14,0	7,4	6,4	0,24	Sehne m. 1 k. Schicht.
6		„	1,92	2,62	3,58	21,0	11,3	10,0	0,36	sehn. m. körn. Einlag.
7		0,8	2,53	—	3,18	8,7	2,5	1,5	0,05	Querrichtung.
8		„	„	—	3,33	6,4	5,2	4,7	0,16	„
9		1,0	2,47	2,75	4,38	29,2	16,0	14,0	0,63	normalsehnig.
10		„	2,48	2,55	3,93	12,2	13,6	11,3	0,44	Querrichtung.
11		„	2,48	2,56	3,85	9,1	11,0	9,8	0,47	normalsehnig.
12		„	2,48	2,62	3,73	14,9	11,6	8,2	0,31	Querrichtung.
13		1,0	2,53	2,22	3,02	14,5	10,2	7,9	0,23	sehn.; Schweissfehl.
14		„	2,53	2,10	2,75	11,6	4,6	3,9	0,11	Querrichtung.
15		1,0	2,40	—	2,73	2,9	1,5	1,1	0,03	„
16		„	2,50	—	2,85	4,3	1,9	1,5	0,04	„
17		1,4	2,53	—	3,24	3,3	0,5	0,3	0,01	„
18		„	2,54	—	3,17	4,9	2,6	2,4	0,08	„
19		1,5	2,48	2,67	3,80	—	12,7	11,8	0,45	sehn.; Schweissfehl.
20		„	2,49	2,38	3,58	9,5	11,7	9,9	0,35	Querrichtung.
21		„	2,48	2,40	3,65	19,1	13,0	10,0	0,37	sehnig.
22		„	2,50	2,40	3,03	6,1	5,5	4,5	0,14	Querrichtung.

No.	Herkunft des Materials	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streck-grenze *t* pro cm^2	Zug-festigkt. *t* pro cm^2	Con-traction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient e. Tetmajer	Bemerkungen
	Antragsteller: Escher Wyss & Co., Maschinenfabrik, Zürich. Material: Schweisseisen; ordinäre Schiffsbekleidungsbleche.									
23	angeblich v.	0,3	3,97	—	3,35	10,6	—	4,5	0,15	kurzsehnig.
24	Hayange.	„	3,87	—	2,97	3,1	—	0,3	0,09	Querrichtung.
25	„	„	3,97	—	3,25	7,1	—	3,2	0,10	kurzsehnig.
26	„	„	3,98	—	2,31	3,6	—	0,8	0,02	Querrichtung.
27	„	0,4	4,41	—	2,70	—	—	2,7	0,08	fehlerhaft.
28	„	„	4,40	—	2,84	—	—	5,8	0,16	sehnig.
29	„	„	4,41	—	2,36	—	—	0,7	0,02	Querrichtung.
30	„	„	4,45	—	2,54	—	—	1,5	0,04	„
31	„	0,5	3,98	—	2,45	—	—	—	—	Bruch am Kopf.
32	„	„	3,78	—	2,70	6,5		3,0	0,08	fehlerhaft.
33	„	„	4,10	—	2,81	6,6	—	2,0	0,06	Querrichtung.
34	„	„	3,98	—	2,82	8,5	—	2,5	0.07	„
35	„	0,5	4,40	—	2,98	—	—	6,4	0,19	sehnig, zackig.
36	„	„	4,43	—	2,44	—	—	0,5	0,01	Querrichtung.
37		„	4,39	—	2,50	—	—	0,4	0,01	„
38	„	0,55	4,02	—	3,16	11,5	—	4,5	0,14	kurzsehnig.
39	„	„	3,95	—	4,01	6,3	—	6,0	0,24	theilweise körnig.
40	„	„	3,98	—	2,57	0,0	—	0,5	0,01	Querrichtung.
41	„	0,6	4,38	—	2,86	—	—	5,5	0,16	kurzsehnig.
42	„	„	4,40	—	2,70	—	—	5,0	0,13	„
43	„	„	4,37	—	3,20	—	—	5,1	0,16	sehnig.
44	„	„	4,38	—	2,52	—	—	0,5	0,01	Querrichtung.
45	„	0,6	4,40	—	2,75	—	—	3,1	0,09	kurzsehnig.
46	„	„	4,40	—	2,69	—	—	3,6	0,10	„
47	„	„	4,39	—	2,65	—	—	2,5	0,07	Querrichtung.
48	„	„	4,39	—	2,43	—	—	1,7	0,04	„
49	(neue Serie.)	0,6	4,41	—	2,78	—	—	5,0	0,14	Probe **ausgeglüht.**
50	„	„	4,40	—	2,74	—	—	6,0	0,16	„ „
51	„	„	4,40	—	2,84	—	—	5,2	0,15	„ „

No.	Herkunft des Materials	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streckgrenze *t* pro cm^2	Zugfestigkt. *t* pro cm^2	Contraction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
	Antragsteller: **Escher Wyss & Co.,** Maschinenfabrik, Zürich.									
2		0,6	4,39	—	2,84	—	—	3,6	0,10	**unausgeglüht.**
3	(Staboberfl.	„	4,38	—	2,67	—	—	4,0	0,11	„ ; Querricht.
4	gefeilt)	„	4,40	—	2,65	—	—	2,7	0,07	**ausgeglüht** „
5		„	4,40	—	2,61	—	—	2,5	0,07	**unausgeglüht** „
6		0,6	4,41	—	2,93	—	—	3,5	0,10	Oberfläche unbearb.
7		„	4,41	—	2,84	—	—	4,1	0,12	**ausgeglüht.**
8		„	4,42	—	2,83	—	—	5,0	0,14	„
9		„	4,42	—	3,03	—	—	6,2	0,19	„ gefeilt.
0		„	4,40	—	2,46	—	—	0,4	0,01	Querricht.; unbearb.
1		„	4,40	—	2,75	—	—	0,8	0,02	„ „ gefeilt.
2		„	4,40	—	2,60	—	—	1,0	0,03	„ „ **ausgeglüht.**
	Material eines Trajectkahnes der kg. würtemb. Staatsbahnen.									
3	Hayange	0,6	5,00	—	3,90	46,5	33,1	26,5	1,03	homogen.
4	de Wendel	„	5,00	—	3,87	45,7	33,2	26,6	1,03	Querrichtung.
5	& Co.	„	5,00	—	3,87	45,7	32,3	24,9	0.96	„
6	„	0,6	3,51	—	3,36	—	11,4	9,3	0,31	fehlerhaft.
7	„	„	3,51	—	3,50	30,5	21,0	18,8	0,66	Querrichtung.
8	„	„	5,00	—	3,95	—	18,8	14,4	0,47	„
9	„	0,7	5,00	—	4,00	46,5	36,2	30,1	1,20	homogen, sehnig.
0	„	„	5,00	—	4,13	44,0	32,4	25,1	1,04	Querrichtung.
1	„	„	3,50	—	3,92	50,5	31,6	24,1	0,94	homogen.
2	„	„	3,50	—	4,30	50,2	26,4	20,9	0,90	Querrichtung.
3	Hayange	0,7	4,40	—	2,81	—	—	5,0	0,14	sehnig.
4	deWendel &C.	„	4,40	—	2,33	—	—	1,7	0,04	Querrichtung.
	Antragsteller: **Stadtbauamt Zürich** (Stadting. *Bürkli-Ziegler*).									
	Brückenbleche. (Material der Gemüsebrücke Zürich.) Material: Schweisseisen.									
5	Unbekannt.	0,80	2,11	2,48	3,36	4,4	4,7	—	—	sehn.m.Schl.-nest. *)
6		„	1,72	—	2,74	4,5	3,2	—	—	Querrichtung.
7		„	1,94	—	2,49	3,9	1,7	—	—	„
8	„	0,8	2,01	2,60	2,94	5,5	2,4	—	—	sehn.m.körn.Einlag.
9		„	1,92	2,72	3,14	4,5	3,9	—	—	„ „ „ „

*) Schl. = Schlacken.

No.	Herkunft des Materials.	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streckgrenze *t* pro cm^2	Zugfestigkt. *t* pro cm^2	Contraction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
Antragsteller: **Stadtbauamt Zürich** (Stadting. *Bürkli-Ziegler*).										
80		0,8	1,65	2,96	3,62	8,9	7,1	—	—	schn. m.körn.Einl
81		„	1,89	—	3,34	5,7	3,1	—	—	„ „ „ „
82		„	2,50	2,80	3,54	19,7	7,0	—	—	sehnig.
Antragsteller: **Bauleitung der untern Baseler Brücke** (Hr. Ing. *Bringolf*). Material: Schweisseisen.										
83	Hayange	0,9	2,4	2,84	3,73	14,5	13,4	—	—	sehnig.
84	„	„	1,3	—	3,72	12,3	12,0	—	—	„
85	„	1,0	1,29	2,90	3,88	13,2	16,9	—	—	„
86	„	1,0	1,32	—	3,15	8,6	4,0	—	—	unganz; Schweiss
87	Phönix a. Rh.	1,0	1,36	—	3,66	14,3	12,0	—	—	sehnig.
88		1,0	1,27	—	3.56	11,6	8,0	—	—	„ m. Schlackenn
Antragsteller: **Direction der Quaibauten,** Zürich (Quaiing. *Bürkli-Ziegler*). Gurtungsbleche. Material: Schweisseisen.										
89	Dilling.-Hütte	1,0	c. 3,5	—	3,70	29,7	—	15,5	0,57	normalsehnig.
90	an der Saar	„	„	—	3,56	22,4	—	16,0	0,57	„
91		„	3,54	2,38	3,40	19,0	18,8	14,4	0,49	„
92	„	1,0	c. 3,5	—	3,86	39,6	—	15,0	0,58	normalsehnig
93		„	„	—	4,02	—	—	—	—	Bruch am Kopf.
94		„	3,54	2,47	3,44	20,8	20,2	18,5	0,63	normalsehnig.
95	„	0,8	c. 4,00	—	3,72	40,1	—	16,1	0,60	„
96	„	„	„	—	3,42	35,3	—	16,1	0,55	„
97	„	„	4.01	2,42	3,49	25,5	20,3	17,9	0,62	„
98	„	1,2	c. 4,00	—	3,59	25,8	—	15,3	0,55	„
99	„	„	„	—	3,62	25,9	—	18,0	0,65	„
100	„	„	4,02		3,42	24,4	19,5	15,8	0,54	„
101		1,0	c. 3,5	—	3,41	18,3	—	15,0	0,51	„
102				—	3,50	20,1	—	19,1	0,67	„
103		„	„	—	3,52	19,6	—	16,5	0,58	„
104				—	3,46	19,9	—	16,5	0,57	„

.	Herkunft des Materials.	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streck-grenze *t* pro cm^2	Zug-festigkt. *t* pro cm^2	Con-traction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
	Antragsteller: **Direction der Quaibauten,** Zürich (Quaiing. *Bürkli-Ziegler*).									
5		1,0	c. 3,5	—	3,62	—	—	16,3	0,59	normalsehnig.
6				—	3,66	23,6	—	19,4	0,71	„
7		„	„	—	3,53	25.4	—	18,4	0,65	„
8				—	3,72	25,5	—	23,6	0,88	„
	Stehbleche. Material: Schweisseisen.									
9	Dilling.-Hütte	1,0	c. 3,5	—	3,74	18,5	—	15,0	0,56	normalsehnig.
0	an der Saar	„	„	—	3,94	15,8	—	12,5	0,49	„
1		1,0	3,54	2,43	3,40	—	21,3	19,0	0,65	Br. an. e. ung. Stelln.
2		„	c. 3,5	—	3,02	5,5	—	4,9	0,15	Querrichtung.
3		„		—	3,39	4,3	—	3,0	0,10	„
4		„	3,56	2,48 (?)	2,82	14,0	2,8	2,0	0,06	„
5	„	1,0	c. 3,50	—	4,12	16,4	—	11,5	0,47	normalsehnig.
6		„	„	—	3,64	31,0	—	16,5	0,60	„
7		„	3,55	2,60	3,63	23,4 *)	15,4 *)	12,3 *)	0,45 *)	*) unsich. Br. Stbende.
8		„	c. 3,5	—	2,80	6,5	—	5,0	0,14	Querrichtung.
9		„	„	—	3,66	13,6	—	12,0	0,44	„
0		„	4,00	3,00	3,89	(?)	8,7 *)	8,4 *)	0,32 *)	*) unsich. Br. Stbende.
1	„	1,0	c. 4,0	—	3,69	25,0	—	21,0	0,78	normalsehnig.
2		„		—	3,45	26,8	—	22,0	0,76	„
3		„	4,02	2,25	3,29	22,7	19,4	16,4	0,54	„
4		„		—	3,00	9,5	—	6,3	0,19	Querrichtung.
5		„		—	3,03	6,2	—	6,6	0,20	„
6		„	4,01	2,51	3.08	8,6	5,0	3,9	0,12	zackig.
7	„	1,0	c. 4,0	—	3,36	18,6	—	16,0	0,54	normalsehnig.
8		*	„	—	3,36	18,3	—	15,0	0,50	„
9		„	4,01	2,52	3,55	20,9	19,1	18,2	0,61	„
0		*	c. 4,0	—	2,92	5,5	—	5,1	0,15	Querrichtung.
1		„	„	—	3,20	6,2	—	6,9	0,22	„
2		„	4,02	2,44	2,91	6,0	4,8	4,2	0,12	„
3	»	1,0	c. 4,0	—	3,54	27,5	—	20,0	0,71	normalsehnig.
4		„	„	—	3,47	16,7	—	24,0	0,83	„
5		„	„	—	2,90	8,8	—	6,9	0,20	Querrichtung.

Antragsteller: **Direction der Quaibauten,** Zürich (Quaiing. *Bürkli-Ziegler*)

No.	Herkunft des Materials.	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streck-grenze *t* pro cm^2	Zug-festigkt. *t* pro cm^2	Con-traction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
136		1.0	c. 4,0	—	3,30	12,3	—	9,1	0,30	Querrichtung.
137	Dilling.-Hütte	„	c. 3,5	—	3,47	27,3	—	20,5	0,71	normalsehnig.
138	an der Saar	„	„	—	3,78	27,8	—	20,6	0,78	„
139	„	„	„	—	3,13	—	—	6,4	0,20	Querrichtung.
140		„	„	—	3,17	—	—	4,1	0,13	„
141	„	1,0	c. 3,5	—	3,58	18,0	—	17,4	0,62	normalsehnig.
142		„	„	—	3,65	20,7	—	21,2	0,77	„
143		„	3,90	—	3,56	—	—	—	—	Br. a. d. befest. Stel[le]
144		„	3,94	2,48	3,42	4,8	10,6	10,3	0,35	Querrichtung (?).
145		„	c. 3,5	—	3,42	—	—	9,6	0,33	„
146		„	„	—	3,46	—	—	8,7	0,30	„
147		„	3,76	2,54	2,86	0,0	3,8	3,1	0,09	„
148		„	3,84	2,76	2,95	2,7	1,6	1,2	0,04	„
149	„	1,0	c. 3,5	—	3,32	24,9	—	20,0	0,66	normalsehnig.
150		„		—	3,80	29,0	—	17,5	0,66	„
151		„		—	2,77	0,0	—	4,0	0,11	Querrichtung.
152		„		—	3,23	3,9	—	5,6	0,18	„
153	„	1,0	c. 3,5	—	3,40	28,2	—	23,5	0,80	normalsehnig.
154				—	3,40	25,0	—	25,0	0,85	„
155				—	2,92	11,9	—	7,5	0,22	Querrichtung.
156				—	2,81	9,9	—	7,1	0,20	„
157		„	3,95	2,50	3,72	13,4	10,9	9,3	0,35	normalsehnig.
158			4,00	2,12	3,38	11,5	16,5	14,3	0,48	„
159			3,74	2,36	3,15	6,3	6,3	5,9	0,19	Querrichtung.
160			3,59	2,87	3,15	5,5	3,3	2,6	0,08	„

Antragsteller: **Escher Wyss & Co.,** Maschinenfabrik, Zürich.

Kesselbleche. Material: Schweisseisen.

No.	Herkunft des Materials.	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streck-grenze *t* pro cm^2	Zug-festigkt. *t* pro cm^2	Con-traction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
161	Schalke,	1,2	4,99	2,54	3,71	31,6	29,4	—	—	normalsehnig.
162	Grillo, Funke	1,2	5,00	2,56	3,66	30,6	28,0	—	—	„
163	& Co.	1,2	3,00	2,57	3,71	18,9	18,0	—	—	Querrichtung.
164		1.2	3,00	2,55	3,64	17,9	19,5	—	—	„
165		1.2	3,30	2,52	3,48	37,0	23,5	—	—	Staboberfl. abgeh[o]...
166		1,2	3,40	2,43	3,40	31,9	17,0	—	—	„ „

No.	Herkunft des Materials.	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streckgrenze *t* pro cm^2	Zugfestigkt. *t* pro cm^2	Contraction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
	Antragsteller: Werkstättenleitung der Schweiz. Nord-Ost-Bahn. Material: Schweisseisen.									
67	Unbekannt	1,0	3,50	2,12	3,44	8,4	14,5	13,9	0,48	deutlichgeschichtet.
68		1,0	2,54	—	5,37	26,7	9,2	5,9	0,32	sehnig; geschichtet.
69		1,0	2,57	4,96	5,32	38,5	10,3	7,1	0,38	vorwiegend körnig.
	Antragsteller: Schweiz. Locomotivfabrik, Winterthur. Material: Schweisseisen.									
70	Fr. Krupp	1,07	2,50	1,70	3,00	27,0	24,8	21,4	0,64	Thürblech; sehnig.
71	in Essen			2,50	3,03	16,3	12,9	11,0	0,33	„ Querricht.
72		0,76	2,43	2,29	3,62	40,0	28,2	23.7	0,86	„ sehnig.
73				1,90	3,39	29,6	22,2	19,9	0,67	„ Querricht.
74		0,97	2,46	2,51	3,93	38,0	25,4	18,7	0,73	Sattelblech; sehnig.
75				2,59	3,82	40,2	27,8	20,7	0,79	„ „
76		0,89	2,46	2,05	3,70	40,2	26,2	20,3	0,75	Mantelblech.
77		0,79	2,41	2,76	3,90	32,6	24,0	19,2	0,75	Cylinderblech.
	Antragsteller: Gebr. Sulzer, Maschinenfabrik, Winterthur. Ordinäres Kesselschalenblech. Material: Schweisseisen.									
78	Grillo, Funke	0,8	2,96	2,25	3,30	12,4	—	uns.	uns.	uns. = unsicher.
79	& Co., Schalke		2,96	2,15	3,21	14,4	—	9,0	0,29	
80	„	1,0	2,92	2,70	3,73	19,2	—	15.7	0,58	blättrig-sehnig.
81			3,02	2,61	3,56	23,1	—	18,5	0,66	„ „
82	„	1,2	2,89	2,37	3,40	13,7	—	11,1	0,38	sehnig.
83			2,88	2,44	3,38	10,4	—	9,5	0,32	„ unganz.
84	„	1,2	2,86	2,47	3,33	12,9	—	9,6	0,32	sehnig.
85			2,87	2,38	3,32	14,3	—	11,0	0,37	„
86	„	1,4	2,88	2,41	3,32	11,6	—	9,0	0,30	sehnig.
87			2,84	2,29	3,08	11,6	—	8,8	0,27	„
88	„	1,4	2,98	2,62	4,08	54,1	—	17,0	0,69	normal.
89			2,90	2,86	3,91	24,3	—	14,0	0,55	Probemangl. appret.

No.	Herkunft des Materials.	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streckgrenze *t* pro cm^2	Zugfestigkt. *t* pro cm^2	Contraction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
	Antragsteller: **Gebr. Sulzer, Maschinenfabrik,** Winterthur. Material: Schweisseisen.									
190	(Styrum-	1,5	2,86	2,20	3,18	9,9	—	7,7	0,24	sehnig.
191	Blech)		2,85	2,26	3,18	13,2	—	8,0	0,25	„
192	Grillo, Funke	1,5	3,05	2,20	3,15	14,6	12,0	11,7	0,37	kurzsehnig.
193	& Co., Schalke		3,04	2,36	3,44	15,2	15,0	13,5	0,47	„
194	„	1,6	2,87	2,02	2,92	9,9	—	6,9	0,20	sehnig.
195			2.87	2,11	2,71	7,6	—	4,5	0,12	unganz.
196	„	1,6	2,88	2,27	3,42	16,2	—	12,7	0,43	sehnig.
197			2,87	2,32	3,53	11,5	—	12,7	0,44	„
198	„	1,6	3,05	2,41	3,34	c. 15,0	—	12,5	0,42	blättrig-sehnig.
199			3,05	2,37	3,40	c. 14,0	—	11,0	0,37	„ „
200	„	1,7	3,02	2,16	3,20	c. 10,0	—	8,0	0,26	sehnig; kurz.
201			3,02	2,19	3,23	11,8	—	8,5	0,27	„ „
	Antragsteller: **Schweiz. Locomotivfabrik,** Winterthur. Material: Flussstahl (resp. Flusseisen).									
202	Unbekannt	1,2	2,45	3,32	5,21	51,4	28,4	23,2	1,21	Längsrichtung.
203			2,46	3,38	5,35	47,6	30,0	22,4	1,20	Querrichtung.
204	Motala	1,1	2,51	3,00	4,55	47,0	25,0	20,7	0,94	Flusseisen.
205	Fr. Krupp	1,0	2,37	2,35	3,70	65,2	38,8	31,8	1,18	Flusseisen; homog
206	in Essen		2,36	2,46	3,75	62,9	38,8	28,8	1,08	„ „
207		1,1	2,43	2,47	3,71	62,9	37,4	30,3	1,14	„ „
208			2,49	3,02	3,85	56,7	30,4	23,5	1,17	(geschweisst.)
209			2,46	2,43	3,75	62,8	37,8	29,3	1,10	Flusseisen.
210		1,16	2,31	2,28	3,59	65,2	40,6	—	—	„
211		1,18	2,47	2,64	4,03	60,9	37,4	—	—	„
212		1,2	2,47	2,53	3,86	27,6	24,4	—	—	„
213			2,47	2,76	4,21	45,0	34,2	—	—	„

No.	Herkunft des Materials	Dicke des Bleches *cm*	Nutzbreite der Probe *cm*	Streck-grenze *t* pro cm^2	Zug-festigkt. *t* pro cm^2	Con-traction %	Dehn. n. Bruch pro 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pro 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient n. Tetmajer	Bemerkungen
					Antragsteller: Schweiz. Locomotivfabrik, Winterthur.					
					Material: Schweisseisen.					
14	Grillo, Funke & Co., Schalke	1,1	c. 2,50	2,32	3,72	30,8	22.5	18,2	0.60	Längsrichtung.
14		„	„	2,32	3.61	18,0	13,0	12,5	0,43	Querrichtung.
16		1,2	„	2,41	3,96	25,9	21,0	17,5	0,69	Längsrichtung.
17		„	„	2,23	3,61	16,4	12,3	10.0	0,36	Querrichtung.
18	„	1,2	„	2,54	4,09	35,6	27,5	23,7	0,47	Längsrichtung.
19		„	„	2,22	3,63	23,5	19,3	15,6	0,57	Querrichtung.
20		1,2	„	2,43	4.00	27,5	24,2	19,6	0,78	Längsrichtung.
21		„	„	2,50	3,72	17,7	13,5	11,5	0,43	Querrichtung.

Einfluss der Lochung

auf die Festigkeitsverhältnisse von Fluss- und Schweisseisen.

Die Einflüsse der unterschiedlichen Lochungsarten auf die Festigkeitsverhältnisse des Fluss- und Schweisseisens sind ungeachtet der zahlreichen, bisher ausgeführten Untersuchungen, noch nicht endgültig festgestellt. Aus den Versuchsresultaten einzelner Experimentatoren scheint die Gleichwerthigkeit des Stanzens und Bohrens von Schweisseisen hervorzugehen, während andere Versuche oft erhebliche Abminderungen der ursprünglichen Festigkeitsverhältnisse des Schweisseisens durch Stanzen zeigen. Nicht selten begegnet man in ein und derselben Versuchsreihe wechselnden Angaben über den Einfluss einer bestimmten Lochungsmethode. Ohne Zweifel rühren diese Widersprüche von Unhomogenitäten des Versuchsmaterials her oder sie sind durch die Beschaffenheit des Werkzeugs, Verhältniss des Lochdurchmessers zur Blechstärke, oft durch andere, äussere Zufälligkeiten bedingt. Auch die Art der Herstellung und Einspannung der Probekörper ist von nicht zu unterschätzendem Einflusse auf das Endergebniss. Der Grund aber, wesshalb die z. Z. veröffentlichten Versuchsresultate zur Beurtheilung der obwaltenden Verhältnisse mit Vorsicht zu benutzen sind, liegt hauptsächlich darin, dass die Form und Appretur der Probekörper keine einheitliche ist, obschon nicht unbekannt geblieben sein konnte, dass die Form und die Art der Zurichtung der Probekörper die Festigkeitsverhältnisse ein und desselben Materials in dem Masse alteriren, als sie die Bildung der Contraction beeinflussen. Unter sonst gleichen Verhältnissen ist ein Loch in der Mitte der Breitseite eines Stabes mit zwei halben Löchern am Rande nicht gleichwerthig. Ebenso wenig ist die Lochdisposition nach Fig. 20 statisch gleichbedeutend mit zwei ganzen, symmetrisch zur Stabaxe angeordneten Löchern.

Das Flusseisen, welches gegen mechanische Einwirkungen jeder Art empfindlicher als Schweisseisen ist, bringt, Dank seiner Dichte und Homogenität, die erwähnten Verhältnisse unzweideutig zum Ausdrucke. So finden wir die scheinbar widersinnige Thatsache, dass die absolute Festigkeit des gelochten Flusseisens, gleichviel ob dasselbe gebohrt, gestanzt und ausgerieben, oder gestanzt und ausgeglüht worden war,

um 4—10 % grösser als diejenige des ungelochten Materials. Aehnliche Verhältnisse sind bei Schweisseisen auch möglich, und waren diese nicht nur nicht regelmässig, sondern sehr selten beobachtet worden, so liegt dies theils an der Porösität, Unhomogenität, kurz an der physikalischen Beschaffenheit des Materials, durch welche dasselbe mechanischen Einwirkungen gegenüber weniger empfindlich wird, theils aber an den Qualitätsschwankungen in gleichem Stücke, welche die Einflüsse der Lochungsart, der Form und Behandlung des Probekörpers theilweise oder gänzlich zu decken im Stande sind.

Angesichts dieser Verhältnisse haben wir uns entschlossen, der Frage des Einflusses der Lochungsmethoden auf die Festigkeitsverhältnisse des Eisens näher zu treten; dies konnte jedoch nur geschehen, nachdem der Chef der rühmlichst bekannten Maschinenfabrik von Escher, Wyss & Co. in Zürich, Herr Ingenieur Naville, hülfreiche Hand geboten und den hauptsächlichsten Theil der Kosten für die Herstellung der Versuchskörper übernommen hatte.

A. **Flusseisen.**

Resultate der Lochungsproben mit weichem Thomas-Flusseisen.

Anlässlich der relativen Werthbestimmung des Flusseisens als Constructions-Material haben wir eine Reihe von Proben auf Lochbarkeit des Flusseisens ausgeführt (vergl. insbesondere S. 100 u. d. f. dieses Heftes), welche hier besserer Uebersicht willen mit einigen Erläuterungen wiedergegeben werden sollen.

Sämmtliche Probekörper hatten die durch Fig. 20 dargestellte Form; der Lochdurchmesser wurde zu 2,5 *cm* festgestellt. Der Durchmesser des Stempels und der Matrize der Stanzmaschine betrug 2,50 beziehungsweise 2,60 *cm*.

No.	Beschaffenheit des Materials	Beschaffenheit der Lochleib.	Ursprüngliche Zugfestigkt. t pro cm^2	Ursprüngliche Dehn. in % pro 20 cm	Ursprüngliche Contraction in %	Verhältniss Lochdurchmesser zur Blechstärke	Zugfestigkeit der Lochnath t pro cm^2 absolut	Zugfestigkeit der Lochnath % der urspr. F.	Bemerkungen
				a) Gestanzte Löcher.					
1	n. ausgegl.	schiefrig	4,50	26,1	55,5	2,57	3,57	— 20,7	Vgl. Seite 140—141.
2	ausgeglüht	"	"	"	"	"	4,75	+ 5,6	
3	n. ausgegl.	"	4,69	24,0	52,0	3,08	3,39	— 27,7	
4	ausgeglüht	"	"	"	"	"	5,09	+ 8,5	

No.	Beschaffenheit des Materials	Beschaffenheit der Lochleib.	Ursprüngliche Zug-festigkt. t pro cm^2	Ursprüngliche Dehn. in % pro 20 cm	Ursprüngliche Contraction in %	Verhältniss Lochdurchmesser zur Blechstärke	Zugfestigkeit der Lochnath t pro cm^2 absolut	Zugfestigkeit der Lochnath % der urspr. F.	Bemerkungen
			a) Gestanzte Löcher.						
5	n. ausgegl.	„	4,43	22,6	49,3	3,20	3,52	— 20,5	
6	ausgeglüht	„	„	„	„	„	4,77	+ 7,7	
7	n. ausgegl.	„	4,29	25,7	56,7	3,61	3,66	— 14,7	
8	ausgeglüht	„	„	„	„	„	4,84	+ 12,8	
9	n. ausgegl.	Löcher 1 mm	4,50	26,1	55,5	2,57	4,55	+ 1,1	
10	ausgeglüht	ausgerieben	„	„	„	„	4,69	+ 4,2	
11	n. ausgegl.	Löcher 1 mm	4,29	25,7	56,7	3,61	4,71	+ 9,5	
12	ausgeglüht	ausgerieben	„	„	„	„	4,71	+ 9,5	
			b) Gebohrte Löcher.						
13	n. ausgegl.	rein, Loch-	4,50	26,1	55,5	2,57	4,44	— 1,3	Vgl. Seite
14	ausgeglüht	ränd. scharf	„	„	„	„	4,54	+ 0,9	140—141.
15	n. ausgegl.	rein, Loch-	4,69	24,0	52,0	3,08	5,37	+ 14,5	
16	ausgeglüht	ränd. scharf	„	„	„	„	5,32	+ 13,4	
17	n. ausgegl.	rein, Loch-	4,43	25,5	53,6	3,47	5,04	+ 13,7	
18	ausgeglüht	ränd. scharf	„	„	„	„	5,02	+ 13,3	
19	n. ausgegl.	rein, Loch-	4,43	25,5	53,6	3,47	4,59	+ 3,6	
20	ausgeglüht	ränd. scharf	„	„	„	„	4,59	+ 3,6	

Den scheinbaren Widerspruch, der in der Zunahme der ursprünglichen Zugfestigkeit des Flusseisens durch Stanzen und Ausglühen oder Ausreiben, sowie durch die Procedur des Bohrens liegt, glaubten wir zunächst dem Umstande zuzuschreiben, dass zur Herstellung der ursprünglichen Festigkeit des Materials Probestäbe mit blank abgeschlichteten Oberflächen benutzt wurden, während die Breitseiten des Versuchsmaterials der Lochungsproben die ursprüngliche, härtere Kruste trugen. Später ausgeführte Controll-Proben haben indessen dargethan, dass, speciell beim Flusseisen, das Abschlichten der Staboberflächen keine nennenswerthe Aenderung in den ursprünglichen Festigkeitseigenschaften des Materials nach sich

zieht, dass somit die auffällige Steigerung der Festigkeit des gelochten Flusseisens eine gesetzmässige Erscheinung und wahrscheinlich der Ausdruck folgender Verhältnisse sei:

Die Bruchflächen von Flachstäben zäher, homogener Eisensorten zeigen biconvexe Formen; ihre Dicke (Stärke) nimmt gegen die Mitte der Breitseiten hin ab. Bei weichen Flusseisensorten tritt diese Abnahme in erheblichem Masse auf. Bei Schweisseisen variirt die Form der Bruchflächen; im Allgemeinen ist sie ebenfalls, wenngleich schwach biconvex. Hieraus geht hervor, dass bei Flachstäben die Bedingungen zur Bildung der Contraction nicht gleichartig vertheilt sind, dass die Schmalseiten mit ihren Ecken die Bildung der Contraction erschweren. An breiten Flachstäben lässt sich diese Erscheinung recht gut verfolgen und hatten wir wiederholt Gelegenheit die Contraction und darauf folgende Rissbildung ausgehend auf der Stabmitte, zu beobachten. Weil nun die Umstände, welche die freie Ausbildung der Contraction hindern, die Festigkeit des Materials, wenn auch nur local, erhöhen müssen, so ist klar, dass ein auf der Mitte der Breitseite gelochtes Flacheisen eine andere, von der Zugfestigkeit des ungelochten, oder mit zwei Halblöchern am Rand versehenen Flachstabes des gleichen Materials, verschiedene Festigkeit aufweisen müsse. Dies gilt zunächst für das homogene, dichte Flusseisen. Bezüglich der Sachlage beim weichen Schweisseisen, vgl. die Resultate der Versuchsserie B.

Vergleichende Zusammenstellung der Resultate der Lochungsproben mit Flusseisen.

Anzahl der ausgeführten Proben	20	Stück.
„ „ Proben mit gestanzten Löchern	12	„
„ „ „ „ gebohrten „	8	„
Abnahme (—) der ursprünglichen Zugfestigkeit des Materials:		
durch Stanzen . . . im Mittel:	— 20,9	%
im Maximum:	— 27,7	%
durch Stanzen und Ausglühen im Mittel:	+ 8,6	%
im Maximum:	+ 12,8	%
durch Bohren . . . im Mittel:	+ 7,6	%
im Maximum:	+ 14,5	%
durch Bohren und Ausglühen im Mittel:	+ 7,8	%
im Maximum:	+ 13,4	%
durch Stanzen und Ausreiben im Mittel:	+ 5,6	%
„ Stanz., Ausglüh. u. Ausreib. im Mittel:	+ 6,8	%

Hieraus folgt nun:

1. Durch Stanzen des Flusseisens wird seine ursprüngliche Zugfestigkeit bis auf ca. 30% abgemindert.

2. Auf Grundlage der übereinstimmenden Bruch- erscheinungen kann als feststehend angesehen werden, dass durch Stanzen das Flusseisen am Lochumfange comprimirt, somit spröde wird, daher auch hier zu- erst reissen muss, bevor die durchschnittliche Zug- festigkeit des Materials erreicht ist.

3. Durch Ausglühen und gleichmässiges Aus- reiben der gestanzten Löcher um 1 *mm*, wird die Sprödigkeit am Lochumfang aufgehoben und die ur- sprüngliche Zuverlässigkeit des Materials wieder hergestellt.

4. Durch Bohren, Stanzen und Ausglühen, oder Stanzen und Ausreiben der Löcher wird die urprüng- liche Zugfestigkeit des Materials nicht abgemindert, sie kann vielmehr erhöht werden.

B. **Schweisseisen.**

Resultate einiger Lochungsproben mit schweisseisernen Kesselblechen.

Antragssteller: **Gebr. Sulzer,** Maschinenfabrik, Winterthur.

No.	Nominelle Blechstärke in *cm*	Ursprüngliche			Beschaffenheit		Verhältn. d. Lochdurchmessers z. Blechstärke	Zugfestigkeit d. Lochnath		Bemerkungen
		Zugfestigkeit in *t* pr. *cm*²	Dehnung in % pro 20 *cm*	Contraction in %	des Materials	der Lochleibung		*t* pro *cm*² absolut	in % der ursp. Fest.	
1	1,2	3,33	13,6	10,3	gestanzt	schiefrig	1,66	3,29	+ 1,8	Sämmtliche Zahlen
2	1,2	„	„	„	gebohrt	—	„	3,26	— 2,1	Mittel aus 2 Versu
3	1,4	3,21	11,6	8,9	gestanzt	schiefr., anrissig	1,50	2,73	— 14,9	Form der Probek
4	1,4	„	„	„	gebohrt	—	„	3,26	+ 1,4	entspricht der Fig
5	1,6	3,47	13,8	12,7	gestanzt	ziemlich sauber	1,31	3,26	— 6,5	
6	1,6	„	„	„	gebohrt	—	„	3,05	— 12,1	

Zur Prüfung des relativen Werthes der üblichen Lochungs- methoden hat das eidgen. Festigkeitsinstitut durch Vermittlung der HH. Escher, Wyss & Co. in Zürich 3 Stück Kessel- bleche, Low-Moor-Qualität, bei Grillo, Funke & Co. in Schalke

angekauft. Jede Blechtafel hatte bei 3 *m* Länge, 1,5 *m* Breite und nominell 0,8 *cm* Dicke. Eine dieser Blechtafeln diente zur Erzeugung solcher Probekörper, die durch Stanzen —, die andere, die durch Bohren gelocht wurden. Die dritte Blechtafel bleibt für weitere Versuche disponibel.

Die Art der Zerlegung der Bleche, die Entnahme und Appretur der Probekörper war durch ein besonderes Reglement geordnet. Zur näheren Orientirung lassen wir einige Punkte dieses Reglements auszugsweise hier folgen:

„Jedes Blech wird durch Fraisen oder Hobeln, in 6 je 0,5 *m* lange und 1,5 *m* breite Streifen zerlegt."

„Die abgetrennten Streifen ein und derselben Blechtafel werden in einem Flammofen einer gleichmässigen Dunkelroth-Glühhitze ausgesetzt und hierauf geradegerichtet. Dabei dürfen keinerlei, die Molekularbeschaffenheit des Materials beeinflussende, mechanische Einwirkungen erfolgen. Die Anwendung von Metallhämmern ist beim Geraderichten der Streifen nicht statthaft."

„Die geradegerichteten, vom Glühspahn befreiten Streifen werden nach Anleitung der eingelieferten Zeichnung exact eingetheilt, angerissen und die herauszuarbeitenden Versuchstücke fortlaufend numerirt. Jeder Streifen gibt 11 solcher Versuchstücke."

„Die sämmtlichen, zur Befestigung der Versuchstäbe dienenden Löcher sind zu bohren und die scharfen Ränder der Bohrlöcher mittelst der Reibahle zu brechen."

„Die Lochung geschieht auf der Axe jedes Streifens nach Anleitung der eingelieferten Zeichnung und es erhalten am

Str. Nr. I	sämmtl. Löcher	0,8 *cm* Durchmesser;	Lochdurchmesser	= 1,0	fache Bl.-Stärke;
Str. Nr. II	„ „	1,2 „ „	„	= 1,5	„ „
Str. Nr. III	„ „	1,6 „ „	„	= 2,0	„ „
Str. Nr. IV	„ „	2,0 „ „	„	= 2,5	„ „
Str. Nr. V	„ „	der einen Hälfte 0,7 *cm* Durchm.	u. werden auf	0,8 *cm*	ausgerieben;
		„ andern „ 1,1 „ „	„ „ „	1,2	„ „
Str. Nr. VI	„ „	der einen Hälfte 1,5 „ „	„ „ „	1,6	„ „
		„ andern „ 1,9 „ „	„ „ „	2,0	„ „

„Nach erfolgter Lochung eines Streifens wird, nach Anleitung der eingelieferten Zeichnung, die Zerlegung desselben in einzelne Versuchstücke ausgeführt. Sie hat durch Fraisen oder Hobeln zu geschehen; die Anwendung der Schere ist nicht statthaft."

„Nach erfolgter Zerlegung der Streifen in Probekörper werden die gelochten Individuen der einen Hälfte der Streifen Nr. I, II, III und IV nochmals gleichzeitig ausgeglüht und diese mit den unausgeglühten ohne weitere Appretur in der eidg. Festigkeitsanstalt abgeliefert."

„Es ist streng darauf zu sehen, dass nach der Lochung und Zerlegung der Streifen in Probekörper, diese keinerlei beschönigende Nachappreturen erfahren, welche das Endresultat der Proben beeinflussen, somit das Urtheil trüben könnten."

Zu vorstehendem Auszuge des Reglements fügen wir folgende Bemerkungen bei:

Die Maschinenfabrik von Escher, Wyss & Co. hatte die sämmtlichen 132 Stück Probekörper programmgemäss mit der nöthigen Sorgfalt hergestellt. Ausschussstücke sind weder in Folge Materialfehler noch wegen mangelhafter Appretur vorgekommen. Die breiten, mit 1 oder 2 Zwischenlöchern versehenen Proben zeigten in einigen Fällen kleine Abweichungen von der symmetrischen Lochanordnung. Bei solchen Proben ist denn auch der Riss von einem seitlichen Halbloch ausgegangen und das Ergebniss lag meist unter dem Durchschnitte der gelochten, gleichartig behandelten Proben.

Das zum Stanzen verwendete Werkzeug ist auf Anordnung des Werkstättenchefs der genannten Maschinenfabrik, des Hrn. E. King, extra hergestellt worden. Die Weite der Matrize war constant gleich dem Durchmesser des Stempels + 0,4 bis 0,5 *mm* gewählt.

Eine Besichtigung der gestanzten und um 1,0 *mm* ausgeriebenen Proben (Streifen Nr. V und VI) der Blechtafel A hat ergeben, dass bei den, mit einem Stempeldurchmesser gleich den 1,0- und 1,5fachen Blechstärke gelochten Proben durch Ausreiben des Loches um 1,0 *mm* die Spuren der Stanzwirkung in der Lochleibung nicht gänzlich beseitigt wurden. Die Festigkeitszahlen solcher Stücke fielen regelmässig geringer, als diejenigen der ungelochten Proben aus. Angesichts dieser Verhältnisse hatten wir Veranlassung genommen, die Löcher einer Reihe von Probekörpern, vergl. folgende Zusammenstellung der Resultate, um einen weitern Millimeter auszureiben, so dass die Streifen Nr. V und VI der Tafel A. folgende Versuchstücke lieferten:

2 Proben gestanzt auf 0,7 *cm* u. ausgerieben auf 0,8 *cm*; [$d = d_0 + 0{,}1$ *cm*];
2 „ „ „ 0,7 „ „ „ „ 0,9 „ [$d = d_0 + 0{,}2$ „];
2 „ „ „ 1,1 „ „ „ „ 1,2 „ [$d = d_0 + 0{,}1$ „];
2 „ „ „ 1,1 „ „ „ „ 1,3 „ [$d = d_0 + 0{,}2$ „];

2 Proben gestanzt auf 1,5 *cm* u. ausgerieben auf 1,6 *cm*; [$d = d_0 + 0{,}1$ *cm*];
2 „ „ „ 1,5 „ „ „ „ 1,7 „ [$d = d_0 + 0{,}2$ „];
2 „ „ „ 1,9 „ „ „ „ 2,0 „ [$d = d_0 + 0{,}1$ „];
2 „ „ „ 1,9 „ „ „ „ 2,1 „ [$d = d_0 + 0{,}2$ „];

Bezüglich der Zerlegung der 2. Versuchstafel, der Platte B, gilt wörtlich das von der Tafel A Gesagte. Sämmtliche Löcher wurden entsprechend der 1,0-, 1,5-, 2,0- und 2,5fachen Blechstärke gebohrt. Die gelochten Proben der Streifen I, II, III und IV wurden zur Hälfte ausgeglüht und gelangten sämmtliche Stäbe ohne weitere Appretur auf die Festigkeitsmaschine. Sämmtliche Probekörper waren soweit thunlich vom Glühspahn befreit, sie trugen die ursprüngliche Walzhaut und die durch Bohren erzeugten Bärte.

Die Streifen V und VI der Tafel B waren ursprünglich bestimmt den Einfluss des Ausreibens und Ausfeilens der gebohrten Löcher zu prüfen. Zufolge eines Missverständnisses sind die sämmtlichen Löcher der Streifen V und VI, vgl. die Zusammenstellung, zunächst auf beziehungsweise 0,8, 1,2, 1,6 und 2,0 *cm* Lochweite gebohrt und sodann um 0,1 *cm* ausgerieben worden. Es blieb somit nichts anderes übrig, als die eine Hälfte der gegen Ordre ausgeriebenen Proben nachträglich um einen weitern 0,1 *cm* ausfeilen zu lassen, so dass Platte B, Nr. V und VI, schliesslich folgende Probestücke lieferte:

8 Proben gebohrt auf d_0 und ausgerieben auf $d_0 + 0{,}1$ *cm*
8 „ „ „ d_0 „ ausgefeilt „ $d_0 + 0{,}2$ „

Folgende Tabellen enthalten in übersichtlicher Zusammenstellung das gesammte Zahlenmaterial der oben beschriebenen Versuchsreihen.

Zusammenstellung der Resultate der Zerreiss-

Streifen Nr.	Probe Nr. 3.					Probe Nr. 6				
	Streck-grenze t pr. cm^2	Zug-festig-keit t pr. cm^2	Dehnung pr. 20 cm in %	Con-traction in %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Streck-grenze t pr. cm^2	Zug-festig-keit t pr. cm^2	Dehnung pr. 20 cm in %	Con-traction in %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.
Taf. A.										
I.	2,85	4,15	21,6	40,0	0,90	3,04	4,37	21,7	39,3	0,95
II.	2,97	4,18	24,8	40,0	1,02	3,16	4,30	26,7	37,3	1,15
III.	3,17	4,23	21,7	36,3	0,92	3,28	4,46	22,7	36,8	1,01
IV.	2,97	4,19	22.2	33,8	0,93	3,19	4,40	20,0	33,5	0,88
V.	3,01	4,15	27,6	37,0	1,14	3,14	4,46	22,0	33,9	0,99
VI.	2,96	4,10	24,0	36,9	0,98	3,20	4,50	21,0	32,2	0,95
Mittel:	2,99	4,17	23,6	37,3	0,98	3,17	4,41	22,4	35,5	0,99
Taf. B.										
I.	2,76	3,90	24,5	46,4	0,96	2,69	4,00	26,5	43,0	1,06
II.	2,90	4,05	25,0	41,5	1,01	2,85	4,16	28,2	43,7	1,17
III.	2,81	4,22	27,9	42,8	1,18	3,04	4,33	23,5	41,2	1,02
IV.	2,85	4,18	25,5	42,0	1,06	3,16	4,39	29,8	42,3	1,30
V.	2,94	4,27	26,6	40,8	1,13	2,95	4,31	23,2	40,2	1,03
VI.	3,07	4,23	27,5	41,5	1,16	2,83	4,30	27,8	40,8	1,20
Mittel:	2,89	4,14	26,1	42,5	1,09	2,92	4,25	26,5	41,9	1,13

Proben des ungelochten Materials.

Probe Nr. 9					Durchschnitt.				
Streck-grenze t pr. cm^2	Zug-festig-keit t pr. cm^2	Dehnung pr. 20 cm in %	Con-traction in %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Streck-grenze t pr. cm^2	Zug-festig-keit t pr. cm^2	Dehnung pr. 20 cm in %	Con-traction in %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.
									Taf. A.
2,67	3,90	27,4	41,4	1,07	2,85	4,14	23,6	40,2	0,97
3,09	4,16	26,0	39,4	1,08	3,07	4,21	25,8	38,9	1,08
3,12	4,10	23,7	38,6	0,97	3,19	4,26	22,7	37,2	0,97
2,90	4,02	23,1	35,7	0,93	3,02	4,20	21,8	34,3	0,91
2,93	4,00	20,0	31,7	0,80	3,03	4,20	23,2	34,2	0,97
2,89	3,90	23,6	33,9	0,92	3,02	4,17	22,9	34,3	0,92
2,93	4,02	24,0	36,8	0,96	3,03	4,20	23,3	36,5	0,97
									Taf. B.
2,72	4,05	26,0	43,5	1,05	2,72	3,98	25,7	44,3	1,02
2,88	4,20	24,4	45,0	1,03	2,88	4,14	25,8	43,4	1,07
2,96	4,26	24,0	33,9	1,02	2,94	4,27	25,1	39,3	1,07
2,95	4,27	28,3	39,4	1,21	2,99	4,28	27,9	41,3	1,19
2,82	4,05	24,9	39,3	1,01	2,90	4,21	24,9	40,1	1.06
2,77	4,07	24,8	37,3	1,01	2,89	4,20	26,7	39,9	1,12
2,85	4,15	25,4	39,7	1,05	2,89	4,18	26,0	41,4	1,09

Tafel A.
Löcher gestanzt.

Zusammenstellung der Resultate der Lochungsproben.

Material: **Schweisseisen.** Nominelle Blechstärke: 0,8 *cm*

Tafel B.
Löcher gebohrt.

Bezeichnung der Tafel	Bezeichnung der Streifen	Loch-durchmesser in *cm*	Verhältniss Loch-durchmesser zur Blech-dicke.	Beschaffenheit der Probe.	Beschaffenheit der Loch-leibung.	Zugfestigkeit *t* pro cm^2: 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	Mittlere Zugfestigkeit *t* pro cm^2 des ungelochten nicht ausgeglüht	gelochten Bleches nicht ausgeglüht	gelochten Bleches ausgeglüht	Abnahme der ursp. Zugfestigk. durch Lochen in % nicht ausgegl.	ausgeglüht.
A.	I.	f —	—	*ungelocht*	—	—	—	4,15	—	—	4,37	—	—	3,90	—	—	4,14	—	—	—	—
„	„	0,8	1,0	unausgegl.	schiefrig	3,45	3,29	—	3.30	3,30	—	—	—	—	—	—	—	3,33	—	− 19,6	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	4,10 [1])	4,03	—	3,87	4,00	—	—	4,00	—	− 3,4
A.	II.	—	—	*ungelocht*	—	—	—	4,18	—	—	4,30	—	—	4,16	—	—	4,21	—	—	—	—
„	„	1,2	1,5	unausgegl.	schiefrig	3,60	3,46	—	3,59	3,54	—	—	—	—	—	—	—	3,55	—	− 15,7	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	4,41	4,22	—	3,90	4,39	—	—	4,23	—	+ 0,5
A.	III.	—	—	*ungelocht*	—	—	—	4,23	—	—	4,46	—	—	4,10	—	—	4,26	—	—	—	—
„	„	1,6	2,0	unausgegl.	schiefrig	3,75	3,61	—	3,66	3,62	—	—	—	—	—	—	—	3,66	—	− 14,1	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	4,50	4,51	—	4,15	4,50	—	—	4,41	—	+ 3,5
A.	IV.	—	—	*ungelocht*	—	—	—	4,19	—	—	4,40	—	—	4,02	—	—	4,20	—	—	—	—
„	„	2,0	2,5	unausgegl.	zml. schfrig	3,81	3,76	—	3,58	3,75	—	—	—	—	—	—	—	3,72	—	− 11,4	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	4,70	4,60	—	4,10	4,45	—	—	4,46	—	+ 6,2
					Mittel:	3,65	3,33	4,19	3,53	3,55	4,38	4,43	4,34	4,04	4,00	4,33	4,20	3,57	4,27	− 15,2	+ 1,7
B.	I.	—	—	*ungelocht*	tadellos	—	—	3,90	—	—	4,00	—	—	4,05	—	—	3,98	—	—	—	—
„	„	0,8	1,0	unausgegl.	„	3,76	4,20	—	4,21	4,25 [2])	—	—	—	—	—	—	—	4,10	—	+ 3,0	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	? [3])	4,44	—	4,25	4,15	—	—	4,28	—	+ 7,5
B.	II.	—	—	*ungelocht*	„	—	—	4,05	—	—	4,16	—	—	4,20	—	—	4,14	—	—	—	—
„	„	1,2	1,5	unausgegl.	„	4,47	4,47	—	4,50	4,55	—	—	—	—	—	—	—	4,50	—	+ 8,6	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	4,54	4,70	—	4,50	4,56	—	—	4,57	—	+ 10,4
B.	III.	—	—	*ungelocht*	„	—	—	4,22	—	—	4,33	—	—	4,26	—	—	4,27	—	—	—	—
„	„	1,6	2,0	unausgegl.	„	4,80	4,65	—	4,89	4,76	—	—	—	—	—	—	—	4,78	—	+ 11,9	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	4,82	4,86	—	4.50	4,75	—	—	4,73	—	+ 10,8
B.	IV.	—	—	*ungelocht*	„	—	—	4,18	—	—	4,39	—	—	4,27	—	—	4.28	—	—	—	—
„	„	2,0	2,5	unausgegl.	„	4,77	4,82	—	4,87	4,25	—	—	—	—	—	—	—	4,68	—	+ 9,3	—
„	„	„	„	ausgeglüht	„	—	—	—	—	—	—	4,84	4,86	—	4,75	4,81	—	—	4,81	—	+ 12,4
					Mittel:	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tafel A. Zusammenstellung der Resultate der Lochungsproben. Tafel B.

Löcher gestanzt. Material: **Schweisseisen.** Nominelle **Blechstärke**: 0,8 *cm*. Löcher gebohrt.

Bezeichnung der Tafel	Bezeichnung der Streifen	Art der Lochung.	Beschaffenheit der Probe.	Beschaffenheit der Lochleibung.	Zugfestigkeit t pro cm^2 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	Mittlere *Zugfestigkeit* t pro cm^2	Abnahme der mittleren Zugfestigkeit in %.
A.	V.	*Ungelocht.*	*normal*	—	—	—	4,15	—	—	4,46	—	—	4,00	—	—	4,20	—
„	„	Auf 0,7 *cm* gest. u. auf 0,8 *cm* ausger.	unausgegl.	zeigt Spur. d. Stanzw.	3.94	3,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,87	− 7,9
„	„	„ 0,7 *cm* „ „ 0,9 *cm* „	„	ziemlich sauber.	—	—	—	4,09	4,00	—	—	—	—	—	—	4.04	− 3,8
„	„	„ 1,1 *cm* „ „ 1,2 *cm* „	„	zeigt Spur. d. Stanzw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,62	3,89	3,75	− 10,7
„	„	„ 1,1 *cm* „ „ 1,3 *cm* „	„	sauber.	—	—	—	—	—	—	4,20	4,39	—	—	—	4,29	+ 2,1
A.	VI.	*Ungelocht.*	*normal*	—	—	—	4,10	—	—	4,50	—	—	3,90	—	—	4,17	—
„	„	Auf 1,5 *cm* gest. u. auf 1,6 *cm* ausger.	unausgegl.	sauber.	4,37	4,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,27	+ 2,4
„	„	„ 1,5 *cm* „ „ 1,7 *cm* „	„	„	—	—	—	4,58	4,38	—	—	—	—	—	—	4,48	+ 7,4
„	„	„ 1,9 *cm* „ „ 2,0 *cm* „	„	zeigt Spur. d. Stanzw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,98	4,09	4,02	− 3,6
„	„	„ 1,9 *cm* „ „ 2,1 *cm* „	„	tadellos.	—	—	—	—	—	—	4,53	4,50	—	—	—	4,51	+ 8,1
B.	V.	*Ungelocht.*	*normal*	—	—	—	4,27	—	—	4,31	—	—	4,05	—	—	4,21	—
„	„	Auf 0,8 *cm* gebohrt u. auf 0,9 *cm* ausger.	unausgegl.	ziemlich sauber.	4,67	4,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,47	+ 6,1
„	„	„ 0,8 *cm* „ „ 1,0 *cm* ausgef.	„	völlig sauber.	—	—	—	4,41	4,72	—	—	—	—	—	—	4,56	+ 8,3
„	„	„ 1,2 *cm* „ „ 1,3 *cm* ausger.	„	„ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,44	4,81	4,62	+ 9,7
„	„	„ 1,2 *cm* „ „ 1,4 *cm* ausgef.	„	„ „	—	—	—	—	—	—	4,76	4,56	—	—	—	4,66	+ 10,7
B.	VI.	*Ungelocht.*	*normal*	—	—	—	4,23	—	—	4,30	—	—	4,07	—	—	4,20	—
„	„	Auf 1,6 *cm* gebohrt u. auf 1,7 *cm* ausger.	unausgegl.	ziemlich sauber.	4,70	4,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,65	+ 10,7
„	„	„ 1,6 *cm* „ „ 1,8 *cm* ausgef.	„	ganz sauber.	—	—	—	4,76	4,79	—	—	—	—	—	—	4,77	+ 13,6
„	„	„ 2,0 *cm* „ „ 2,1 *cm* ausger.	„	„ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,70	4,60	4,65	+ 10,7
„	„	„ 2,0 *cm* „ „ 2,2 *cm* ausgef.	„	„ „	—	—	—	—	—	—	4,85	4,75	—	—	—	4,80	+ 14,3

[1]) unsicher. [2]) Bei 4,2 t pro cm^2 trat Riss an der Befestigungsstelle ein.
[3]) verunglückt; bei ca. 4,2 t pro cm^2 „ „ „ „ „ „

Aus vorstehender Zusammenstellung geht nun hervor:

1) Die Festigkeitsverhältnisse der Schweisseisenbleche sind selbst in ein und derselben Richtung (Längsrichtung) veränderlich. Sie sind in der Blechmitte Maxima und nehmen nach den beiden Rändern hin ziemlich gleichmässig ab. Die Grösse der Festigkeitsunterschiede kann die durch die Lochung und die nachträgliche Behandlung der gelochten Platten bedingten Veränderungen theilweise, unter Umständen gänzlich verdecken.

2) Mit wachsender Festigkeit nehmen im allgemeinen Dehnung und Contraction ab; der Qualitätscoefficient bleibt ziemlich constant. In der Blechmitte, wo die Rohschienen der Packete vorwiegend gestreckt (bei Blechen mit ausgesprochener Längsrichtung) werden, ist der Qualitätscoefficient grösser als in der Nähe der Ränder.

3) Durch Stanzen verliert das Material an Festigkeit. Der Verlust an Festigkeit wächst mit abnehmender Stärke zur Lochweite. Bei einer Lochweite gleich der Blechstärke beträgt der Verlust selbst bei einem so vorzüglichen Materiale als das vorliegende immer noch ca. 20 % der urspr. Festigkeit.

4) Durch Ausglühen gestanzter Bleche kann der Festigkeitsverlust nach Massgabe seiner Grösse, theilweise oder gänzlich aufgehoben werden. Die Grenze, bei welcher durch Ausglühen die ursprüngliche Festigkeit des ungelochten Bleches wieder hergestellt werden kann, liegt beim Verhältnisse der Lochweite (d) zur Blechstärke $(s) = 1{,}5$. Aus vorstehender Zusammenstellung geht hervor, dass

bei $\frac{d}{s} \left\{ \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} \right\}$ 1,5, durch Ausglühen gestanzter Bleche, die urspr. Festigkeit $\left\{ \begin{matrix} \text{nicht mehr erreicht,} \\ \text{hergestellt,} \\ \text{erhöht wird.} \end{matrix} \right.$

5) Durch die Procedur des Ausglühens gestanzter Bleche kann eine Festigkeitssteigerung um ca. 17 % erzielt werden.

6) Durch Ausreiben gestanzter Löcher lässt sich nach Massgabe der Locherweiterung der Festigkeitsverlust theilweise oder gänzlich aufheben. Die Grenze, bei welcher durch Ausreiben um 0,2 *cm* die ursprüngliche Festigkeit des ungelochten Materials wieder hergestellt werden kann, liegt annäherungsweise beim Verhältnisse der Lochweite (d) zur Blechstärke $(s) = 1{,}5$. Da selbst bei Verhält-

nissen von $\frac{d}{s} = 2{,}5$ das Ausreiben von 0,1 *cm* unter Umständen nicht mehr genügt, hat man zur Beseitigung der schädlichen Stanzenwirkung die Lochleibung so lange nachzureiben, bis die Wandungen sauber, keinerlei Spuren der Stanzwirkung mehr zeigen.

7) Durch gänzliches Ausreiben der durch Stanzen erzeugten Beschädigung am Lochumfang (0,1 — 0,2 *cm*) wird die Festigkeit des ungelochten Materials bis auf ca. 8 % erhöht.

8) Durch Bohren tritt ein Festigkeitsverlust des Materials selbst bei einem Verhältnisse von Lochweite zu Blechstärke = 1,0 nicht mehr in dem Masse auf, dass eine Abnahme der Festigkeit des ungelochten Materials constatirt werden könnte.

9) Gebohrtes Material zeigt eine Erhöhung der ursprünglichen Festigkeit von 3 bis 12, im Mittel von 8,2 %. Der Zuwachs an Festigkeit nimmt mit wachsendem Verhältnisse der Lochweite zur Blechstärke ebenfalls zu.

10) Durch Ausglühen der gebohrten Bleche wird eine weitere Festigkeitssteigerung erzielt. Sie ist desto grösser, je nachtheiliger der Einfluss des Bohrens gewesen. Der Effect des Ausglühens gebohrter Bleche wächst also mit abnehmendem Verhältnisse der Lochweite zur Blechstärke. Durch Bohren und Ausglühen lässt sich die Festigkeit des ungelochten Bleches bis ca. 12,5, im Mittel um ca. 10 % erhöhen.

11) Das Ausreiben gebohrter Löcher ist zwecklos. Dagegen steigert das Ausfeilen der Bohrlöcher die Festigkeit des gebohrten und damit auch diejenige des ungelochten Materials. Die Festigkeitssteigerungen des ausgefeilten gegenüber dem einfachgebohrten resp. ausgeriebenen Material beträgt im Maximum 3,6 %, so dass gebohrte und nachgefeilte (ca. 0,1 *cm*) Bleche um 8,3 bis 14,3, im Mittel ca. 10 % stärker sind als die ungelochten.

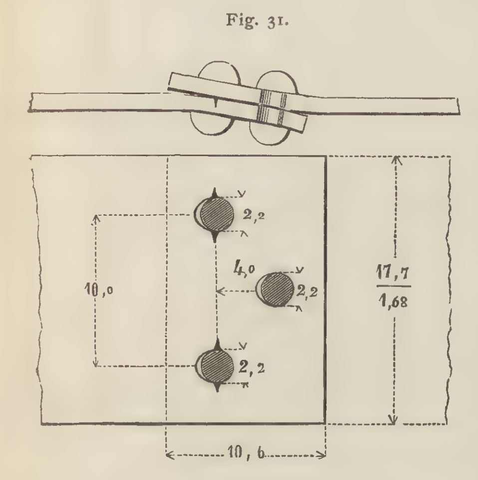
12) Vorstehende Resultate gelten zunächst für unser Versuchsmaterial, prima Qualität. Die Entscheidung, ob und in welchem Masse die hier gewonnenen Resultate auf stärkere und minderwerthigere Blechmarken zu übertragen sind, bleibt weiteren Versuchen vorbehalten.

Versuche über die Festigkeit von Nietverbindungen.

Festigkeitsproben mit Nietverbindungen sind im eidgen. Festigkeitsinstitute in grösserer Anzahl ausgeführt worden, und wenn dieser wichtige Gegenstand hier blos berührt werden soll, so geschieht dies aus dem Grunde, weil sich, im Sinne des Reglements der Anstalt, die Herren Antragsteller das Recht der Veröffentlichung der gewonnenen Resultate vorbehalten hatten. Indessen konnten wir mit Stillschweigen die bisherigen Versuche mit Nietverbindungen schon aus dem Grunde nicht übergehen, weil wir jede Gelegenheit wahrnehmen müssen, die uns der Ausführung der von uns s. Z. angeregten, systematischen Prüfung der Nietverbindungen nähert. Durch Veröffentlichung einiger Versuchsergebnisse wird es schon möglich auf die Schwächen unserer Niettheorie und insbesondere darauf hinzuweisen, dass ohne genügend umfassende, planmässige Untersuchungen, ohne zahlenmässige Feststellung aller, die Festigkeitsverhältnisse einer Nietverbindung beeinflussenden Factoren, die Berichtigung unserer Kenntnisse in dieser Richtung nicht zu erreichen sei. Anderseits sprechen die nachstehend zusammengestellten Versuchsresultate auch dafür, dass bei Verwerthung der bislang bekannt gewordenen Resultate einschlagender Festigkeitsversuche, die Art der Erzeugung, Form und Dimensionen der Probekörper in den Kreis der Erwägungen zu ziehen sei, soferne man unhomogene Factoren der Rechnung ferne halten will.

Folgende Zusammenstellung enthält die Resultate solcher Versuche aus der Categorie der Festigkeitsproben mit Ueberplattungen, bei welchen nahezu gleiche Festigkeit der Nietung gegen Abscheren und Reissen des Bleches angetroffen wurde. Von 10 paarweise zusammengehörenden Probekörpern sind 8 durch Abscheren der Nieten zum Bruche gebracht worden. Sämmtliche Nieten zeigten ausgesprochene Schnitt- und Scherflächen und steckten in theilweise länglich gestreckten Löchern, welche in der Richtung der Nietnath mehr oder weniger anrissig waren. Bei den meisten Bruchstücken der Probekörper,

Fig. 31.



vgl. Fig. 31, wo fragliche Verhältnisse in grösserem Massstabe wiedergegeben sind, waren die Anrisse so bedeutend, dass zur Lösung der Verbindung durch Zerreissen der Bleche in der Nietnath, eine geringfügige Mehrbelastung ausgereicht haben würde.

Zur näheren Orientirung geben wir die Form und Abmessungen, Lochdurchmesser und nominelle Blechstärken sowie im Mittel aus 2 Versuchen die ursprünglichen Werthzahlen der Versuchsmaterialien.

No.	Form und Abmessungen der Probekörper	Loch-durchmesser *cm*	Nominelle Blechstärke *cm*	Zugfestigkeit des ursp. Blech-Materials *t* pro cm^2	Dehnung des ursp. Blech-Materials %	Contraction des ursp. Blech-Materials %	Scherfestigkeit d. Nieteisens *t* pro cm^2
1	Fig. 32.	2,0	1,0	3,65	21,2	17,1	3,10
2		2,0	1,0	3,65	21,2	17,1	3,10
3	Fig. 33.	2,2	1,4	4,00	c. 39,0	15,5	3,10
4		2,2	1,4	4,00	c. 39,0	15,5	3,10
5	Fig. 34.	2,2	1,4	4,00	c. 39,0	15,5	3,10
6		2,2	1,4	4,00	c. 39,0	15,5	3,10
7	Fig. 35.	2,5	1,6	3,37	c. 14,5	11,7	3,10
8		2,5	1,6	3,37	c. 14,5	11,7	3,10
9	Fig. 36.	2,2	1,6	3,48	13,8	12,7	3,10
10		2,2	1,6	3,48	13,8	12,7	3,10
						Summe:	31,10
						Mittel:	3,10

Die Lösung der Nietung erfolgte durch:	Mittlere Inanspruchnahme der Bleche	der Nieten t pro cm^2	d. Loch-leibungen	Verlust an Festigkeit d. Bleche in %	d. Nieten in %	Wirkungsgrad d. Vernietung theoretisch	factisch
Abscheren der Nieten .	3,31	3,74	5,63	— 9,3	+ 20,6	0,63	0,91
" " " .	3,35	3,81	5,69	— 8,2	+ 22,9	0,63	0,92
Summe:	6.66	7,55	11,32	17,5	43,5	1,26	1,83
Mittel:	3,33	3,78	5,66	— 8,8	+ 21,8	0,63	0,92
Abscheren der Nieten .	4,07	3,62	4.63	+ 1,7	+ 16,7	0,70	1,01
" " " .	4,15	3,77	4,79	+ 3,7	+ 21,6	0,70	1,03
Summe:	8,22	7.39	9,42	5,4	38,3	1,40	2,04
Mittel:	4,11	3,69	4,71	+ 2,7	+ 19,2	0,70	1,02
Abscheren der Nieten .	3,26	3,55	4,45	— 18,5	+ 14,5	0,70	0,81
" " " .	3,53	3,76	4,80	— 11,7	+ 21,3	0,70	0,88
Summe:	6,79	7,31	9,25	30,2	35,8	1,40	1,69
Mittel:	3,39	3,66	4,63	— 15,1	+ 17,9	0,70	0,84
Abscheren der Nieten .	2,63	3,77	4,63	— 22,0	+ 21,6	0,78	0,78
Reissen des Bleches .	2,46	(3,48)	(4,35)	(— 27,0)	—	0,78	0,73
Abscheren der Nieten .	1,91	3,74	3,86	— 45,2	+ 20,7	0,75	0,55
Reissen des Bleches .	1,82	(3,59)	(3,66)	(— 46,7)	—	0,75	0,52
	Summe:	29,76	38,48	Summe:	159,9		
General	- Mittel:	3,72	4,81	Mittel:	+ 20,0		

Die vorstehende Zusammenstellung enthebt uns jeglichen Commentars. Man sieht, die übliche Theorie der Nietverbindungen stimmt mit der Wirklichkeit schlecht überein. Der Einfluss der Verbiegung auf die Zugfestigkeit hängt offenbar in erster Linie von der Materialqualität, in zweiter Linie von der Nietanordnung ab und sollte für verschiedene Blechstärken, insbesondere für verschiedene Blechqualitäten, an Hand einheitlich geformter Probekörper experimentell bestimmt werden. Ferner geht schon aus vorstehender Zusammenstellung klar hervor, dass die scheinbare Scherfestigkeit des Nietmaterials bei Ueberplattungen wesentlich grösser als die absolute ist, und dass sie angenähert der Zugfestigkeit des Nieteisens gleichgesetzt werden kann. Der scheinbare Stauchdruck (Druck auf die Lochleitung), bei welchem Rissbildung der Bleche in Ueberplattungen auftreten, schwankt zwischen 3,86 und 5,69 t pro cm^2. Diese Schwankung spricht dafür, dass die beobachteten Anrisse der Bleche in der Richtung der Nietnath dem Zusammenwirken mehrerer Factoren zuzuschreiben sei, von welchem der Stauchdruck nicht der ausschlaggebende sein kann. Endlich geht aus dem ausgewiesenen Wirkungsgrade der Vernietung die Nothwendigkeit hervor, anlässlich ähnlicher Arbeiten einheitlich geformte Probekörper zu Grunde zu legen, die aus ganzen Nietungen herausgearbeitet sein sollten.

Resultate der reducirten Qualitätsprobe einiger Stab-, Flach- und Rundeisen.

Aufträge zur Vornahme der Qualitätsbestimmung von Stab-, Flach- und Constructionsrundeisen sind in der eidgenössischen Festigkeitsanstalt bisher ziemlich zahlreich eingelaufen. Die meisten der gewonnenen Resultate eignen sich indessen zur Veröffentlichung nicht, denn häufig waren Angaben über ursprüngliche Abmessungen, Herkunft und Verwendungszweck des Materials nicht erhältlich, oder es dienten die Versuche speciellen Zwecken und haben somit lediglich für den Auftraggeber Interesse.

Eine Reihe von Qualitätsproben mit Stab- und Rundeisen verschiedener Stärke dürfte hier schon aus dem Grunde am Platze sein, weil solche Proben relativ selten ausgeführt wurden, die Qualitätsverhältnisse dieser, meist zur weiteren Verarbeitung bestimmten Eisensorte, für welche übrigens die Hüttenwerke Qualitätsgarantien unseres Wissens nicht unbedingt leisten, wenig bekannt sind.

A. Resultate einiger Qualitätsproben mit Stabeisen.

Herkunft des Materials.	Ursp. Dimension *cm* Dicke	Ursp. Dimension *cm* Breite	Streckgrenze *t* pr. cm^2	Zugfestigkt. *t* pr. cm^2	Contraction in %	Dehn. n. Bruch pr. 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pr. 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen.
Auftraggeber: **Schweiz. Industrie-Gesellschaft,** Neuhausen. Material: Schweisseisen.									
Siegen	3,1	3,6	—	3,76	22,0	19,0	17,3	0,65	normalsehnig.
„	3,2	3,2	—	3,84	22,4	20,4	16,0	0,61	localweich.
„	3,2	3,6	—	3,75	28,1	23,6	20,3	0,76	„
„	3,7	3,3	—	3,81	22,3	19,8	16,4	0,63	stellenweise körnig.
Ars a. d. Mosel	4,0	10,0	—	3,36	20,1	17,9	16,0	0,53	stellenweise körnig.
„	4,0	10,0	—	3,32	23,5	25,0	21,7	0,72	normal.
„	4,5	8,0	—	3,46	27,0	24,2	20,6	0,71	„
Wasseralfingen	2,2	4,2	—	3,88	36,5	26,5	21,8	0,84	normal.
	2,2	4,2	—	3,89	34,5	27,4	24,1	0,94	„
„	4,0	7,0	—	3,62	33,4	32,4	26,2	0,95	„
„	4,0	7,0	—	3,65	36,7	27,5	20,9	0,76	„

No.	Herkunft des Materials.	Ursp. Dimension *cm* Dicke	Ursp. Dimension *cm* Breite	Streck-grenze *t* pr. cm^2	Zug-festigkt. *t* pr. cm^2	Con-traction in %	Dehn. n. Bruch pr. 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pr. 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkunge
	Auftraggeber: Schweiz. Industrie-Gesellschaft, Neuhausen.									
12	Neher's Söhne	1,5	3,0	— *)	3,62	26,1	22.0	19,1	0,69	normal.
13	Laufen	1,5	3,0	—	4,11	22,7	18,7	14,7	0,60	"
14	"	1,5	3,0	—	3,69	30,4	19,4	16,4	0,60	"
15	"	1,5	3,1	—	3,96	31,4	21,3	18,0	0,71	normal.
16	"	"	"	—	4,00	30.1	22,5	17,6	0,71	"
17	"	1,5	4,0	—	3,75	24,2	23,1	18,0	0,67	normal.
18	"	"	"	—	3,70	18,1	17,1	14,4	0,53	"
19	"	1,5	4,1	—	3,86	38,6	28,1	24,4	0,94	normal.
20	"	"	"	—	3,95	40,9	21,5	16,7	0,66	mangelh. appr
21	"	1,8	5,5	—	3,56	24,5	20,1	16,5	0,59	kurzsehnig.
22	"	"	"	—	3,52	26,2	16,0	13,3	0,47	"
23	"	2,0	5,0	—	3,38	15,8	12,7	11,4	0,39	fehlerhaft (?).
24	"	"	"	—	3,50	22,5	21,6	19,8	0,69	"
25	"	2,0	5,0	—	3,54	32,7	24,8	16,8	0,60	normal.
26	"	"	"	—	3,56	37,8	25,3	19,0	0,68	"
27	"	2,0	6,0	—	3,74	23,0	27,2	21,5	0,80	normal.
28	"	"	"	—	3,80	(?) 13,5	20,0	20,0	0,76	(?)
29	"	2,0	6,0	—	4,15	22,0	11,0	9,0	0,41	
30	"	"	"	—	3,97	29,7	18,0	14,7	0,58	
31	"	2,5	11,5	—	2,96	9,6	8,8	8,1	0,24	fehlerhaft.
32	"	"	"	—	3,45	13,7	17,3	16,1	0,55	"
33	"	2,8	3,5	—	3,75	34,3	28,1	23,3	0,87	normal.
34	"	"	"	—	3,74	33,7	29,6	24,8	0,93	"
35	"	4,4	8,0	—	3,53	39,0	28,9	17,8	0,63	localweich.

*) Bei diesen aus den Jahren 1882—1883 herrührenden Versuchen, sind die Streckgrenzen nic
genügender Schärfe ermittelt worden.

B. Resultate einiger Qualitätsproben mit Flacheisen.

Herkunft des Materials.	Ursp. Dimension *cm* Dicke	Breite	Streck-grenze *t* pr. cm^2	Zug-festigkt. *t* pr. cm^2	Con-traction in %	Dehn. n. Bruch pr. 10 *cm* %	pr. 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen.
Auftraggeber: **Schweiz. Industrie-Gesellschaft,** Neuhausen.									
Material: Schweisseisen.									
Neher's Söhne	0,85	8,7	2,66	3,83	15,6	16,2	14,1	0,54	
Laufen.	"	"	2,48	3,48	14,9	11,2	10,3	0,36	
"	0,90	5,4	2,90	3,87	19,4	18,8	16,9	0,65	
"	"	"	2,98	3,91	19,9	17,7	15,8	0,62	
"	1,0	6,0	2,73	3,94	14,6	13,2	11,6	0,45	
"	"	"	2,79	3,78	14,9	16,0	14,2	0,54	
"	1,0	7,0	—	3,88	15,6	12,2	10,9	0,41	
"	"	"	—	3,90	17,1	17,4	16,0	0,62	
"	1,0	7,5	2,75	3,85	18,5	18,5	16,2	0,62	
"	"	"	2,90	3,87	19,4	16,9	13,2	0,51	
"	1,0	7,5	—	3,86	20,1	21,1	19,0	0,74	
"	1,0	10,0	2,80	3,77	17,2	13,8	13,5	0,51	
"	"	"	2,72	3,53	6,5	7,1	5,9	0,21	fehlerhaft.
"	"	"	—	3.68	14,1	11,5	10,2	0,38	kurz.
"	"	"	—	3,72	11,9	11,7	11,5	0,43	
"	"	"	—	3,74	14,3	19,2	15,9	0,59	
"	"	"	2,65	3,81	14,8	15,9	15,2	0,58	
"	"	"	—	8,72	23,3	21,0	17,3	0,64	
"	"	"	—	3,78	20,2	18,5	16,6	0,63	
"	1,5	7,5	—	3,70	25,7	26,1	21,8	0,81	normal.
"	"	"	—	3,77	27,1	—	20,7	0,78	
Ars a. d. Mosel	0,8	5,1	2,40	3,66	28,7	20,8	16,5	0,61	normal.
"	"	"	2,40	3,72	20,2	19,5	19,3	0,72	
"	"	"	2,35	3,54	24,8	19,8	19,7	0,70	
"	"	"	2,40	3,75	29,6	20,3	19,4	0,73	
"	"	"	2,45	3,63	27,5	17,5	17,2	0,62	
"	"	"	2,52	3,77	28,2	21,1	18,2	0,68	

No.	Herkunft des Materials.	Ursp. Dimension *cm* Dicke	Breite	Streck-grenze *t* pr. cm^2	Zug-festigkt. *t* pr. cm^2	Con-traction in %	Dehn. n. Bruch pr.10 *cm* %	pr.20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen.
	Auftraggeber: **Schweiz. Industrie-Gesellschaft,** Neuhausen.									
28	Ars a. d. Mosel	1,05	6,5	—	3,97	24,0	17,9	17,1	0,68	normal.
29	"	"	"	—	3,65	39,2	25,5	19,4	0,71	
30	"	"	"	—	3,78	31,2	23,1	18,6	0,70	
31	"	"	"	—	3,56	35,0	26,8	21,9	0,78	
32	"	"	"	—	3,96	39,2	19,5	17,3	0,69	
33	"	"	"	—	3,82	31,1	19,4	15,2	0,59	
34	"	1.05	8,0	—	3,26	8,7	7,0	4,9	0,16	kurz; dunkel.
35	"	"	"	—	3,03	7,4	4,5	4,6	0,14	
36	"	"	"	—	3,47	16,7	13,9	11,9	0,41	
37	"	"	"	—	3,66	24,3	13,9	11,6	0,39	
38	"	1,05	15,0	—	3,79	7,9	4,4	3,0	0,11	(?)
39	"	"	"	—	3,81	9,0	5,4	4,6	0,18	(?)
40	deWendel &C.	0,8	10,7	—	3,76	6,6	4,1	3,5	0,13	theilweise körnig
41	Hayange	"	"	—	3,70	9,5	5,8	4,4	0,17	" "
42	"	1,0	10,7	2,49	3,41	13.4	9,2	7,7	0,26	Oberfläche anris
43	"	"	"	2,69	3,44	10,0	6,8	6,1	0,21	" "
44	"	1,5	10,8	3,00	4,04	19,8	15,5	12,7	0,51	theilweise körnig
45	"	"	"	2,54	4,03	20,5	18,3	17.0	0,68	" "
	Auftraggeber: **Direction der Quaibauten,** Zürich. (Quaiingr. *Bürkli-Ziegler.*)									
46	Gebr. Stumm	0,75	6,5	2,57	3,80	16,8	13,9	13,2	0,50	sehnig.
47	Neunkirchen	"	6,5	2,68	3,74	17,3	16,8	14,5	0,54	"
48		0,75	12,0	3,30	4,08	16,1	13,4	12,3	0,50	
49		"	12,0	3,14	4,01	24,1	18,4	14,7	0,59	
50		0,80	6,5	2,78	3,84	29,4	23,1	19,8	0,76	
51		"	6,5	2,76	3,82	22,6	21,8	19,3	0,74	
52		(?)	(?)	—	3,78	19,0	20,3	18,4	0,69	Schanzengraben-
53		(?)	(?)	—	3,71	23,4	18,1	17,7	0,66	brücke.
54	Gebr. Stumm	0,8	28,5	2,62	3,55	16,0	16,5	15,2	0,54	**Universaleisen.**
55		"	"	2,76	3,53	10,7	12,4	12,4	0,44	"
56		0,8	40,0	3,00	3,75	13,1	13,9	12,0	0,45	"
57		"	"	2,90	3,76	16,1	18,0	17,2	0.65	"
58		0,8	28,5	2,74	3,39	8,8	8,1	7,3	0,25	(unganz) Univ.-E

No.	Herkumft des Materials.	Ursp. Dimension *cm* Dicke	Breite	Streckgrenze *t* pr. *cm*²	Zugfestigkt. *t* pr. *cm*²	Contraction in %	Dehn. n. Bruch pr. 10 *cm* %	pr. 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen.
Auftraggeber: **Direction der Quaibauten,** Zürich. (Quaiingr. *Bürkli-Ziegler.*)										
9		0,8	28,5	2,82	3,78	18,6	19,5	18,0	0,68	(unganz) Univ.-Eis.
0		1,0	35,0	2,48	3,71	26,5	24,5	23,7	0,86	„ „
1		„	„	2,48	3,86	17,9	22,4	21,0	0,81	„ „
2		1,0	42,5	2,58	3,60	19,3	18,7	17,9	0,65	„ „
3		„	„	2,52	3,52	20,4	15,0	13,8	0,49	„ „
Auftraggeber: **Baudepartement Basel-Stadt** (Cant. Ingr. *Bringolf.*) Material der Wiesenbrücke.										
4	Gebr. Stumm	1,2	25,0	—	3,69	36,5	16,0	13,5	0,50	Universaleisen.
5		1,2	45,0	—	3,60	43,8	(12,2) *	(10,3) *	—	localweich.
Auftraggeber: **St. Gallische Rheincorrection,** Rheineck. (Oberingr. *Wey.*) Material der Salezer Brücke.										
6	Unbekannt	(?)	(?)	2,55	3,65	13,3	14,7	12,5	0,46	Gurtungsblech.
7	„	„	„	2,60	3,75	5,7	(9,6) *	(8,3) *	unsicher	Stehblech (körnig).
Auftraggeber: **Baudepartement Basel-Stadt** (Ingr. *Bringolf.*) Material der untern Rheinbrücke.										
8	Gebr. Stumm	(?)	(?)	2,78	3,76	22,3	17,4	—	—	Flacheisen.
9	„	(?)	(?)	2,55	3 38	15,9	15,7	—	—	„
0	„	(?)	(?)	—	4,01	9,3	6,8	—	—	theilweise körnig.
1	deWendel&Co.	—	—	—	3,36	10,8	11,3	—	—	
2	Hayange	—	—	—	3,40	17,0	12,0	—	—	

* unsicher.

C. Resultate einiger Qualitätsproben mit Rundeisen.

No.	Herkunft des Materials.	Durchmesser in *cm* ursprüngl.	Durchmesser in *cm* b. d. Probe	Streckgrenze *t* pr. cm^2	Zugfestigkt. *t* pr. cm^2	Contraction in %	Dehn. n. Bruch pr. 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pr. 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen.
	Auftraggeber: **Schweiz. Industrie-Gesellschaft,** Neuhausen.									
1	Wasseral-	2,5	1,87	—	3,59	48,1	32,1	23,7	0,85	normal.
2	fingen	„	„	—	3,60	45,7	28,3	20,8	0,75	„
3	„	2,8	1,87	—	3,72	39,5	24,6	20,5	0,76	
4	„	„	„	—	3,77	38,4	24,3	18,2	0,69	
5	„	4,0	2,43	—	3,73	33,6	28,2	22,6	0,84	
6	„	„	„	—	3,64	39,2	30,4	23,9	0,87	
7	Unbekannt	(?)	2,51	—	3,77	32,8	24,0	19,0	0,72	
8	„	„	„	—	3,81	32,8	23,0	18,3	0,70	
9	„	„	„	—	3,58	53,6	35,2	27,9	1,00	schwedisch.
10	„	„	„	—	3,54	42,4	30,7	25,8	0,91	„ (?)
	Auftraggeber: **Direction der von Roll'sche Eisenwerke,** Gerlafingen.									
11	Gerlafingen	3,3	1,98	1,80	3,27	53,5	34,2	27,9	0,91	normalsehnig.
12		3,9	2,50	1,94	3,32	53,7	36,0	28,3	0,94	
13		4,2	2,50	1,83	3,20	52,0	35,5	29,0	0,93	
	Auftraggeber: **Schweiz. Industrie-Gesellschaft,** Neuhausen.									
14	Angeblich	(?)	2,46	2,84	4,13	43,4	28,0	21,5	0,89	normalsehnig
15	Siegen	„	„	2,84	4,11	43,3	31,7	23,7	0,97	„
16	„	„	„	—	4,26	37,2	20,7	17,1	0,73	
17	„	„	„	—	3.98	40,7	20,5	16,5	0,66	
	Auftraggeber: **Martini & Co.,** Frauenfeld.									
18	Unbekannt	(?)	0,98	2,66	4,10	34,0	—	17,5	0,72	normal.
19		„	0,99	2,73	3,90	40,0	—	15,0	0,59	localweich.
	Antragsteller: **von Roll'sche Eisenwerke,**									
20	Gerlafingen	—	—	—	3,67	52,7	—	33,0	1,21	Prima.
21		—	—	—	3,41	27,8	—	18,3	0,62	2. Qualität.
22		—	—	—	3,71	28,8	—	23,9	0,89	3. „
23		—	—	—	3.69	27,8	—	22,5	0,83	schwedisch.

u. s. w.

D. Resultate einiger Qualitätsproben mit Winkeleisen.

No.	Herkunft des Materials.	Dimensionen der Winkel. cm	Streckgrenze t pr. cm²	Zugfestigkt. t pr. cm²	Contraction in %	Dehn. n. Bruch pr. 10 cm %	Dehn. n. Bruch pr. 20 cm %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen.
	Auftraggeber: **Direction der finnländischen Staatsbahnen.** (Ingr. *Gummerus.*)								
1	Unbekannt	(?)	—	3,59	18,8	20,0	—	—	$\{\varepsilon = 2199\ t;$ $\gamma = 1{,}64\ t$ pro cm^2
2		"	—	3,56	19,9	20,7	—	—	normalsehnig.
	Auftraggeber: **Baudepartement Basel-Stadt.** (Ingr. *Bringolf.*) Material der untern Rheinbrücke.								
3	Gebr. Stumm	(?)	2,42	3,63	21,0	16,5	—	—	normalsehnig.
4	Neunkirchen		2,55	3,75	20,3	17,8	—	—	"
5		8,0 : 8,0 : 0,9	2,58	3,66	16,6	15,0	—	—	"
6		" " "	2,46	3,44	17,0	11,3	—	—	Staboberfl. anrissig.
7		" " "	2,55	3.62	16,1	11,3	—	—	kurz.
8		" " "	2,76	3,76	22,3	17,4	—	—	normalsehnig.
9		" " "	2,52	3,68	21,1	20,6	—	—	
10		" " "	2,75	3,74	15,7	14,2	—	—	
11		" " "	2,65	3,60	20,0	18,4	—	—	
12		" " "	2,61	3,43	18,4	12,0	—	—	Schweissfehler.
13		" " "	2,80	3,82	19,3	17,0	—	—	
	Material der Wiesenbrücke, Basel.								
14		6,0 : 6,0 : (?)	—	3,77	46,0	28,5	21,0	0,79	normalsehnig.
15		" " "	—	3,83	39.0	24,2	19,1	0,73	
16		12,0 : 12,0 : 1,2	—	3,65	40,4	27,0	21,1	0,77	
	Auftraggeber: **Stadtbauamt Zürich.** (Stadtingr. *Bürkli-Ziegler.*) Material der Gemüsebrücke, Zürich.								
17	Unbekannt	8,0 : 8,0 : 0,9	2,40	3,50	17,7	13,9	—	—	sehnig.
18	"	9,0 : 9,0 : (?)	2,80	3,81	15,0	9,2	—	—	
19	"	" " "	2,75	3,80	21,7	15,5	—	—	
20	"	" " "	2,80	3,83	13,3	10.7	—	—	theilweise körnig.
21	"	9,0 : 9,0 : 1,0	2,63	3,07	8,6	4,0	—	—	unganz.
22	"	" " "	—	3,74	0,5	0,8	—	—	körnig; grob.
23	"	10,0; 8,0 : 1,0	—	3.28	7,7	2,4	—	—	fehlerhaft.
24	"	10,0 : 10,0 : 1,0	2,87	3,90	16,9	13,2	—	—	
52	"	" " "	2,80	3,66	16,0	11,4	—	—	

No.	Herkunft des Materials.	Dimensionen der Winkel. *cm*	Streckgrenze *t* pr. cm^2	Zugfestigkt. *t* pr. cm^2	Contraction in %	Dehn. n. Bruch pr. 10 *cm* %	Dehn. n. Bruch pr. 20 *cm* %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen.
Auftraggeber: **Stadtbauamt Zürich.** (Stadtingr. *Bürkli-Ziegler.*)									
26	Unbekannt	10,0 : 10,0 : 1,0	2,82	3,59	16,7	10,9	—	—	kurzsehnig.
27	"	" " "	2,49	3,47	15,3	10,6	—	—	theilweise körnig.
28	"	" " "	2,64	3,68	13,5	13,7	—	—	
29	"	" " "	2,60	3,45	10,8	8,8	—	—	
30	"	" " "	2,83	4,00	17,8	18,7	—	—	normal.
31	"	" " "	2,60	3,48	15,2	9,3	—	—	kurzsehnig.
Auftraggeber: **Direction der Quaibauten,** Zürich. (Quaiingr. *Bürkli-Ziegler.*) Material der Quaibrücke.									
32	Gebr. Stumm	7,0 : 7,0 : 0,8	2,31	3,47	18,9	16,6	13,9	0,48	normalsehnig.
33	Neunkirchen	8,0 : 8,0 : 0,9	2,45	3,62	18,4	14,0	14,5	0,53	
34	"	" " "	2,57	3,62	20,2	23,2	21,5	0,78	
35	"	" " "	2,50	3,65	19,9	19,7	15,9	0,58	
36	"	" " "	2,40	3,65	14,4	16,0	14,8	0,54	
37	"	12,0 : 12,0 : 1,2	2,40	3,66	18,0	18,0	17,4	0,64	
38	"	" " "	2,42	3,56	17,3	19,0	18,9	0,67	
39	"	(?)	2,36	3,57	21,4	18,9	17,1	0,61	
40	"	(?)	2,36	3,56	17,3	18,1	17,5	0,62	

II. Gruppe.

Resultate der Festigkeitsproben mit Eisenbahn-Materialien.

---

1. Gusseisen.

In der Gruppe **„Eisenbahnmaterial“** sind Qualitätsproben mif Gusseisen nicht beantragt worden.

2. Flusseisen.

Folgende Zusammenstellung enthält die Resultate einer Reihe reducirter Qualitätsproben (Zerreissungsproben), ausgeführt an Eisenbahn-Materialien und zwar an

Querschwellen,
Wagen- und Locomotivaxen,
Radbandagen,
Schienen, Laschen und
Kleineisen in Flusseisen oder Stahl.

Das Material sämmtlicher Querschwellen, Laschen, theilweise auch das Material der Schienen (Lauffläche, Fuss) wurde an Flachstäben von der Form Fig. 6 und 7 Seite 7 geprüft. Die Querschnittsfläche der Stäbe betrug ca. 3,0 bis 3,5 cm^2, ihre Dicke schwankt zwischen 1,0 bis 1,4 *cm*.

Ax und Bandagen sowie Schienmaterial bei Entnahme der Proben aus der Kopfmitte, wurde an Normalstäben Fig. 3

und 4 Seite 6 erprobt. Die Befestigung geschah in Büchsen mit Kugellagerung. Zur Prüfung diente ausschliesslich die Werder'sche Universal-Maschine.

Sämmtliche Angaben über Verhalten im Betriebe sind wörtlich den Mittheilungen der betreffenden Bahnverwaltungen entnommen, und theilweise durch Organe derselben controlirt. Die chemischen Analysen wurden durch Herrn Prof. D. Treadwell im chemisch-analytischen Laboratorium des eidg. Polytechnikums ausgeführt. Ueber die angewandte Methode siehe Seite 2 und ff.

Resultate der reducirten Qualitätsproben mit Flusseisenschwellen, Wagenachsen, Radbandagen, Laschen und Kleineisen.

No	Gegenstand	Lieferant	Jahr der Lieferung	ϱ Streckgrenze t pro cm²	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ_1 Dehnung in % pro 10 cm	λ_2 Dehnung in % pro 20 cm	Verhältniss $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t u. cm	Bemerkunge
						Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**							
1	Querschwellen	Rhein. Stahlwerke in Ruhrort	1884	3,00	4,75	1,58	51,0	26,0	23,0	1,13	98,5	1,09	Flusseisen.
2				3,44	5,40	1,57	34,0	25,5	21,5	1,18	88,0	1,16	
3				3,12	5,09	1,63	42,8	26,0	20,5	1,27	93,7	1,04	
4				3,42	5,35	1,56	40,6	24,5	18,9	1,29	94,1	1,01	
5				3,15	4,78	1,52	39,6	31,2	23,6	1,32	87,4	1,13	kleine Blase
6				2,89	4,41	1,53	52,0	32,9	26,7	1,23	96,1	1,18	
7				3,09	4,68	1,52	48,5	29,9	24,2	1,24	95,3	1,13	
8				3,00	4,53	1,51	53,3	31,5	26,1	1,21	98,6	1,18	
9				3,00	4,41	1,47	49,8	26,3	21,0	1,25	93,9	0,93	körnige Einla rung.
10				3,10	4,52	1,46	49,1	29,8	24,9	1,19	94,3	1,13	
11				3,10	4,69	1,51	46,6	29,8	24,4	1,23	93,5	1,14	
12				3,15	4,77	1,52	50,6	32,6	28,1	1,16	98,3	1,34	
13				3,07	4,70	1,53	46,3	28,7	24,1	1,19	93,3	1,13	
14				2,82	4,36	1,55	48,5	32,1	27,2	1.18	92,1	1,19	
15				2,76	4,41	1,60	50,1	30,0	24,7	1,21	94,2	1,09	
16				2,75	4,53	1,64	48,8	32,2	26,9	1,20	94,1	1,22	

Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**

No	Gegenstand	Lieferant	Jahr der Lieferung	ρ Streckgrenze t pro cm	β Zugfestigkeit t pro cm²	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ¹ Dehnung in % pro 10 cm	λ² Dehnung in % pro 20 cm	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t u. cm	Bemerkungen
17	Querschwellen	Rhein. Stahlwerke in Ruhrort	1885	3,03	5,00	1,65	44,0	23,4	18,5	1,26	94,0	0,93	Flusseisen.
18				3,15	4,95	1,57	50,0	30,2	25,1	1,20	99,5	1,24	
19				3,29	4,80	1,46	49,3	32,0	26,0	1,23	97,3	1,25	
20				2,97	4,74	1,71	48,6	27,2	22,4	1,21	96,0	1,06	
21				3,08	4,83	1,57	50,2	25,8	20,0	1,29	98,5	0,97	
22				3,10	5,00	1,61	42,9	27,2	21,6	1,26	92,9	1,08	
23				3,58	5,65	1,58	40,3	25,9	20,9	1,24	96,8	1,18	b. Abladen gebr.
24				3,61	5,68	1,57	9,2	7,4	7,4	1,00	66,0	0,42	„ „ „
25				4,02	6,15	1,53	35,8	25,3	20,3	1,25	97,3	1,25	querriss. angetr.
26				3,90	6,00	1,54	38,4	23,8	19,6	1,21	98,4	1,17	„ „
27	Querschw.	Rhein. Stahlwerke in Ruhrort	1885	3,90	5,81	1,49	39,7	26,0	22,0	1,18	97,8	1,28	querriss. angetr.
28				3,85	5,80	1,51	36,2	25,5	20,8	1,22	94,2	1,21	„ „
29	Querschw.	„ „		2,73	4,12	1,51	57,0	27,3	22,0	1,24	98,2	0,90	Flusseisen.
30				2,89	4,30	1,49	56,0	25,5	20,2	1,26	99,0	0,87	„
31				2,88	4,25	1,48	55,0	28,4	23,0	1,23	97,5	0,98	„
32				3,00	4,33	1,44	53,6	27,0	20,0	1,35	96,9	0,87	„
33				2,86	4,19	1,46	59,5	29,9	22,5	1,33	101,4	0,94	„
34				2,73	3,92	1,44	63,6	30,1	23,6	1,28	102,8	0,93	„
35				2,69	4,04	1,50	64,6	31,7	26,3	1,21	104,5	1,06	„
36				2,78	4,14	1,49	59,3	30,5	23,3	1,31	100,7	0,96	„
37				2,72	3,97	1,46	60,0	28,7	22,9	1,25	99,7	0,91	„
38				2,80	4,10	1,47	61,0	26,0	20,2	1,29	102,0	0,82	„
39	Querschw.	Bochumer Verein	1885	3,22	4,95	1,54	39,3	28,4	22,2	1,28	88,8	1,10	

Antragsteller: **Schweiz. Oberpostdirection.**

No	Gegenstand	Lieferant	Jahr der Lieferung	ρ Streckgrenze t pro cm	β Zugfestigkeit t pro cm²	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ¹ Dehnung in % pro 10 cm	λ² Dehnung in % pro 20 cm	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t u. cm	Bemerkungen
40	Eisnb.-Post-Wagenachs.	? ?	1881	2,35	4,33	1,84	47,0	27,3	—	—	90,3	—	körnige, weissl. Einlagerungen
41				2,33	4,28	1,82	45,0	30,0	—	—	87,8	—	
42				2,35	4,28	1,82	53,5	29,0	—	—	96,3	—	local weich.
43				2,35	4,34	1,84	49,0	28,0	—	—	92,4	—	
44				3,05	4,86	1,59	45,3	25,5	—	—	93,9	—	Präparirt mit Küpfer'scher Masse.
45	Wagenachse	Schweiz. Centralbahn	1883	3,90	5,50	1,41	51,0	27,0	23,0	1,17	106,0	1,26	Flussstahl.
46	Eisnb.-Post-Wagenachs.	Union Dortmund	1883	3,88	5,76	1,48	39,6	30,0	21,7	1,38	97,2	1,25	
47			1884	2,98	5,64	1,89	35,8	19,0	16,0	1,18	92,2	0,90	
48				2,90	5,55	1,91	35,4	21,5	19,5	1,10	90,9	1,08	
49				2,94	5,58	1,90	34,8	20,0	16,5	1,21	90,6	0,92	
50				2,86	5,46	1,91	36,0	24,0	21,0	1,14	90,6	1,15	

No	Gegenstand	Lieferant	Jahr der Lieferung	ρ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ_1 Dehnung in % pro 10 cm	λ_2 Dehnung in % pro 20 cm	Verhältniss $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t u. cm	Bemerkungen
		Antragsteller: Inspectorat schweiz. Eisenbahnen.											
51	Radbandag. im Betriebe gebrochen	? ?	1883	4,35	6.20	1,43	44,7	24,8	18,7	1,33	106,7	1,16	
52				4,08	6,00	1,47	47,1	22,3	16,1	1,38	107,1	0,97	
53				2,46	4,44	1,80	12,1	10,7	9,4	1,14	56,5	0,42	blasig.
54				2,48	4,80	1,83	12,2	11,2	9,3	1.20	60,2	0,45	blasig.
		Antragsteller: Schweiz. Centralbahn.											
55	Radbandag.	? ?	1883	4,05	6,05	1,49	50,3	26,3	22,1	1,19	110,8	1,34	
56				4,00	6,00	1,50	47,0	27,0	21,3	1,27	107,0	1,28	
		Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn.											
57	Radbandag. im Betriebe gebrochen	Fr. Krupp, Essen	1883	—	8,90	—	—	—	—	—	—	—	Br. a. Stabend
58				6,33	9,25	1,46	31,0	—	10,5	—	123,5	0,97	die gl. Bandag
59	ausrangirt	„ „	1885	4,14	7,40	1,79	26,8	17,8	14,4	1,23	100,8	1,07	Tiegelgussstal
60	„			4,14	7,04	1,70	29,5	14,6	11,8	1,23	99,9	0,83	
61	„			4,04	7,30	1,81	26,3	19,6	16,8	1,17	99,3	1,23	
		Antragsteller: Fritz Marti, Winterthur.											
62	Radbandag.	Union Dortmund	1885	3,80	6,57	1,73	32,2	23,6	19,6	1,20	97,9	1,29	
63				3,80	7,13	1,88	25,4	20,8	17,8	1,17	96,7	1,27	
		Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn.											
64	Laschen.	Rhein. Stahlwerke Ruhrort	1884	3,00	4,69	1,56	50,1	29,2	23,8	1,23	97,0	1,12	Flusseisen.
65				3,00	4.86	1,62	46,2	26,3	22,8	1,15	94,8	1,11	
66				3,06	5,00	1,63	44,3	27,9	23,9	1,17	94,3	1,20	
67				3,02	4,86	1,61	44,8	26,7	22,1	1,21	93,4	1,07	
68	Spursch.-Material	Roth & Schüler	1884	2,82	4,40	1,56	56,0	25,3	21,5	1,18	100,0	0,95	„
69				2,84	4,45	1,57	52,3	23,3	20,2	1,15	96,8	0,90	
70	Klemmpl.-Material		1884	3,11	4,40	1,41	56,7	27,0	22,1	1,22	100,7	0,97	„
71				3,11	4,43	1,42	57,3	30,5	24,7	1,23	101,6	1,09	
72	Laschen	Rhein. Stahlwerke in Ruhrort	1885	2,94	5,02	1,71	53,5	27,8	20,7	1,34	103,7	1,04	Flusseisen.
73	„			2,97	5,17	1,74	47,1	28,8	22,6	1,27	98,8	1,17	Stahl.
74	„			2,91	5,05	1,73	55,1	28,5	21,2	1,34	105,6	1,07	
75	„			3,13	5,23	1,67	52,8	28,6	22,2	1,29	105,1	1,16	
76	„			3,02	5,10	1,69	57,5	31,0	23,2	1,33	108,5	1,18	
77	„			2,90	5,06	1,72	50,9	27,7	22,9	1,21	101,5	1,16	

No	Gegenstand	Lieferant	Jahr der Liefe-rung	ϱ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Centraction in %	λ_1 Dehnung in % pro 10 cm	λ_2 Dehnung in % pro 20 cm	Verhältniss $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t u. cm	Bemerkungen
				Antragsteller: Jura-Bern-Luzern-Bahn.									
78	Locomotiv-Bandage	Fr. Krupp, Essen	1885	6,50	9,61	1,48	18,0	—	9,2	—	114,1	0,88	im Betriebe gebrochen.
79				6,63	9,66	1,46	19,0	—	8,0	—	115,6	0,77	
80				6,64	9,64	1,45	18,0	—	8,1	—	114,4	0,78	
81	„ „	„ „	„	3,82	7,57	1,98	25,5	—	14,8	—	101,2	1,12	keine Erfhrgen.
82				3,75	7,24	1,93	25,5	—	16,2	—	97,9	1,18	
83				3,68	7,37	2,00	26,3	—	16,2	—	100,0	1,20	
84	„ „	„ „	„	4,21	7,89	1,87	23,2	—	8,5	—	102,1	0,67	keine Erfhrgen.
85				4,14	8,09	1,95	25,5	—	11,0	—	106,4	0,89	
86				4,34	8,42	1,94	24,7	—	10,0	—	108,9	0,84	
				Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn.									
87	Locomotiv Waggon-Bandagen	Phönix	1885	4,07	6,83	1,68	42,6	26,5	20,7	1,28	110,9	1,41	fehlerfrei.
88				4,30	6,94	1,61	46,1	28,4	22,2	1,28	115,5	1,54	„
89	Loc.-Achse	„		3,69	5,86	1,59	53,4	32,4	25,2	1,28	112,0	1,47	„
				Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn.									
0	Querschw.	Rhein. Stahlwerke	1885	2,88	4.90	1,70	38,7	25,5	21,2	1,21	87,7	1,03	Flusseisen.
1		Ruhrort		2.69	4,40	1,63	48,8	28,4	23.2	1.22	92,8	1,02	fehlerfrei.
2				2,70	4,42	1,64	47,9	28,6	24,9	1,15	92,1	1,10	„
3				2,70	4,44	1,64	51,1	24,8	21,6	1,15	95,5	0,96	„
4	Querschw.	Gebr. Stumm	1886	2,93	4,42	1,51	48,9	32,3	26,2	1,23	93.1	1,16	Flusseisen.
5	„	Neunkirchen		3,12	4,57	1,47	42,4	29,6	24,8	1,19	88,1	1,13	„
6	„			2,61	4,10	1,57	63,1	36,2	28,1	1,29	104,1	1,15	„
7	„			3,20	4,63	1,45	38,0	28,8	23,8	1,21	84,3	1,10	„
8	„			2,71	4,15	1,53	62,8	39,8	31,4	1.27	104,3	1,30	„
9	„			2,84	4,39	1,54	45,5	28,9	23,9	1,21	89,4	1,05	„
0	Waggon-Achse	Bochum	1886	3,46	5,67	1,64	53.6	28,8	22,4	1,29	110,3	1,27	Flussstahl.
1	„	F. Krupp	(?)	4,01	5,61	1,54	43,6	22,6	18,5	1,22	99,7	1,04	ausrangirte Achse
2	„			3,07	5,78	1,88	38,0	21,6	16,8	1,29	95,0	0,97	„
3	„			3,07	5,40	1,76	35,7	14,5	11,5	1,26	89,7	0,62	„
4	„			4,27	6,21	1,46	5,7	4,0	3.5	1,12	67,8	0,22	fehlerhaft.

Zusammenstellung der Resultate der chemischen Analysen u
der zugehörigen **Zerreissungsproben** von Flussstahlschienen und einig
Flusseisenschwellen*).

№	Verhalten im Betrieb	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	β Zugfestigkeit in t pro cm^2	φ Contraction in %	λ_2 Dehnung in % pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t cm	Bemerkungen
1	keine Brüche	0,270	0,730	0,050	0,050	0,210	6,49	42,9	22,0	107,8	1,43	Thomas-Stahl.
2	seit 1880/81	0,400	0,750	0,040	0,090	0,220	6,01	32,0	20,1	92,1	1,21	"
3	im Betriebe	0,240	0,730	0,060	0,040	0,110	5,26	45,3	25,4	97,9	1,34	"
4	gutes Verhalten	0,330	0,800	0,020	0,060	0,130	6,52	43,2	20,4	108,4	1,33	"
5		0,410	1,400	0,050	0,040	0,100	6,19	35,0	20,6	96,9	1,28	Hämatit-Stahl.
6		0,400	1,010	0,050	0,040	0,110	6,45	43,2	19,8	107,7	1,28	"
7		0,420	0,980	0,050	0,030	0,080	6,45	42,4	20,1	106,9	1,30	"
8		0,370	1,010	0,080	0,050	0,080	6,42	44,0	19,4	108,2	1,25	"
9	gutes Verhalten	0,456	0,449	0,097	0,105	0,056	6,62	7,9	9,0	74,1	0,56	keine Brüche.
10	relativ abgenützt	0,414	0,463	0,041	0,099	0,076	6,08	30,5	19,1	91,3	1,16	" "
11	gutes Verhalten	0,210	0,368	0,032	0,038	0,066	4,46	50,5	24,5	95,1	1,09	" "
12	relativ abgenützt	0,241	0,465	0,061	0,083	0,089	5,02	43,3	23,2	93,5	1,16	" "
13	gutes Verhalten	0,271	0,372	0,036	0,059	0,069	5,85	39,3	21,5	97,8	1,26	" "
14	relativ abgenützt	0,285	0,322	0,184	0,077	0,053	5,76	40,3	21,8	97,9	1,26	" "
15	gutes Verhalten	0,336	0,615	0,078	0,063	0,052	5,47	43,3	20,5	98,0	1,12	die gleiche Sch
16	" "						6,36	6,5	7,9	70,1	0,50	
17	" "	0,112	0,427	0,010	0,160	0,063	4,94	13,8	15,0	63,2	0,74	" " "
18	" "						5,00	35,6	22,5	85,6	1,13	
19	" "	0,474	0,589	0,033	0,099	0,079	6,01	4,2	3,3	64,3	0,20	" " "
20	" "						6,13	4,3	7,1	65,6	0,44	
21	keine Klagen	0,109	0,682	0,610	0,109	0,080	6,02	48,8	21,9	109,0	1,32	kleine Lieferu
22							5,67	50,2	22,3	106,9	1,26	
23	Brüche und zahl-	0,267	0,501	0,134	0,105	0,045	5,74	40,7	24,0	98,1	1,38	die gleiche Schi
24	reiche Spaltungen						5,80	42,0	22,7	100,0	1,32	
25	keine Klagen	0,284	0,587	0,339	0,113	0,075	5,52	44,5	22,9	99,7	1,26	" " "
26							5,56	46,0	23,7	101,6	1,32	
27	einzelne Brüche	0,270	0,622	0,127	0,066	0,064	5,50	41,8	21,8	96.8	1,20	" " "
28	und Spaltungen						5,57	48,2	24,1	103,9	1,34	
29	keine Erfahrungen	0,189	0,506	0,280	0,071	0,054	5,25	49,6	24,2	102,1	1,27	
30	Querbruch	0,231	0,852	0,533	0,091	0,053	7,22	32,4	18,8	104,6	1,36	
31	keine Erfahrungen	0,211	0,565	0,067	0,098	0,087	5,40	34.0	21,5	88,0	1,16	Querschwelle.
32							5,35	40,6	18,9	94,1	1,01	

*) Ausgeführt auf Veranlassung der schweiz. N.-O.-B. (Hr. Ingr. *Bösch*), der schweiz. J.-B.-L.-B (Hr. Ingr. *Stickelberger*) und St. Gotthardbahn (Hr. Ingr. *Kupfer*).

Verhalten im Betrieb	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	β Zugfestigkeit in t pro cm^2	φ Contraction in %	λ_2 Dehnung in % pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t cm	Bemerkungen
keine Erfahrungen	0,180	0,502	0,025	0,088	0,093	5,09	42,8	20,5	93,7	1,04	Querschwelle.
						4,75	51,0	23,0	98,5	1,09	"
"	0,368	0,876	0,016	0,070	0,031	5,95	45,5	19,8	105,0	1,18	} die gleiche Schiene
						5,87	46,9	21,7	105,6	1,27	
"	0,273	0,347	0,011	0,046	0,070	5,54	20,5	18,6	75,9	1,03	} fehlerhaft, Blase die gleiche Schiene kleine Blase.
						4,90	23,6	19,5	72,6	0,96	
abgelaufen	0,314	0,557	0,033	0,093	0,131	5,84	35,9	21,1	94,3	1,23	} die gleiche Schiene
						5,90	32,4	17,7	91,4	1,04	
Querbruch	0,210	0,675	0,612	0,098	0,082	5,91	49,2	24,0	108,3	1,42	} " " "
						6,09	46,8	21,0	107,7	1,28	
Quetschung am Stossende	0,286	0,461	0,053	0,073	0,081	6,00	10,4	10,7	70,4	0,64	} Blase.
						5,98	28,7	16,5	88,5	0,99	die gleiche Schiene
abgelaufen	0,135	0,822	0,737	0,122	0,113	6,68	45,2	20,6	112,0	1,38	} " " "
						6,68	48,8	23,0	115,6	1,54	
gespalten	0,124	0,869	0,754	0,162	0,102	6,86	42,3	19,1	110,9	1,31	} " " "
						6,73	46,4	18,2	113,7	1,22	
Querbruch	0,169	0,359	0,693	0,081	0,088	7,07	18,3	15,2	89,0	1,07	} " " "
						7,19	36,6	18,5	108,5	1,33	
abgelaufen	0,123	0,464	0,619	0,145	0,088	6,33	39,2	19,3	102,5	1,22	} " " "
						6,30	31,2	16,9	94,2	1,06	
Querbruch und Abschieferung	0,143	0,362	0,058	0,103	0,083	5,18	50,7	24,3	102,5	1,26	} " " "
						5,18	35,7	24,2	87,5	1,25	
Querbruch	0,190	0,583	0,234	0,085	0,077	5,76	45,2	23,6	102,8	1,36	} " " "
						6,00	41,3	23,8	101,3	1,43	
"	0,184	0,902	0,973	0,096	0,070	7,07	25,9	16,9	96,6	1,19	
"	0,232	0,852	0,533	0,091	0,053	7,22	32,4	18,8	104,6	1,36	
"	0,250	0,702	0,299	0,082	0,056	6,17	44,8	20,4	106,5	1,26	} " " "
						6,32	43,5	19,5	106,7	1,23	
gutes Verhalten	0,244	0,554	0,268	0,089	0,052	6,10	7,5	6,0	68,5	0,37	} " " "
						6,32	21,6	16,0	84,8	1,01	
Querbruch	0,398	0,786	0,393	0,168	0,028	7,80	36,6	17,7	114,6	1,38	sehr brüchig.
						8,04	27,1	16,7	107,5	1,34	die gleiche Schiene
						7,65	—	—	—	—	Bruch a. Stabende
Querbruch	0,282	0,619	0,289	0,131	0,038	6,23	48,5	20,7	110,8	1,29	} brüchig.
						6,23	46,5	20,2	108,8	1,26	die gleiche Schiene
keine Erfahrungen	0,246	0,474	0,055	0,052	0,074	5,58	44,6	23,2	100,4	1,29	} " " "
						5,60	41,8	23,1	97,8	1,29	

No.	Verhalten im Betrieb	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	β Zugfestigkeit in t pro cm2	φ Contraction in %	λ2 Dehnung in % pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t cm	Bemerkungen
70	sehr gut bewährt	0,444	0,611	0,030	0,073	0,088	5,91	8,2	8,3	67,3	0,49	Kopfmitte.
71							5,88	27,2	12,0	86,0	0,71	Laufflläche.*)
72							5,72	32,0	16,5	89,2	0,94	Fuss.
73	beim Abladen gebrochen	0,230	0,565	0,020	0,105	0,068	5,41	10,8	11,4	64,9	0,62	Kopfmitte.
74							5,83	11,6	9,8	69,9	0,57	Controle am We
75	keine Erfahrungen	0,189	0,506	0,280	0,071	0,054	5,34	48,0	22,0	101,4	1,17	Controle am We
76							5,25	49,6	24,2	102,1	1.27	
77	" "	0,222	0,592	0,279	0,081	0,069	5,34	47,9	23,1	101,3	1,23	Controle am We
78							5,25	42,4	20,1	94,9	1,06	
79	" "	0,214	0,556	0,339	0,076	0,061	5,20	51,9	25,0	103,9	1,30	am Werke ausge
80	" "	0,190	0,533	0,329	0,083	0,063	5,25	54,1	21,5	106,6	1,13	Controle am We
81							5,29	56,4	23,3	109,3	1,23	
82	" "	0,272	0,626	0,451	0,081	0,073	5,36	36,9	22,8	90,5	1,22	am Werke ausge
83		0,287	0,714	0,369	0,081	0,045	5,42	48,8	21,9	103,0	1,19	" " "
84		0,274	0,458	0,126	0,089	0,056	5,28	45,2	21,3	98,0	1,12	" " "
85	" "	0,249	0,594	0,424	0,078	0,072	5.50	49,7	22,7	104,7	1,25	Controle am We
86							5,35	56,6	22,3	110,1	1,19	
87	" "	0,339	0,724	0,365	0,081	0,051	5,30	48,1	21,5	101,1	1,14	am Werke ausge
88		0,269	0,629	0,486	0,074	0,051	5,42	50,5	22,1	104,7	1,20	" " "
89	" "	0,226	0,554	0,417	0,061	0,033	5,26	37,6	20,9	90,2	1,10	Laufflläche.
90							5,42	39,4	23,2	93,6	1,26	Fuss.
91	" "	0,338	0,466	0,242	0,066	0,049	5,33	44,3	22,2	97,6	1,18	Fuss.
92							5,32	36,2	23,6	89,4	1,26	Laufflläche.

*) fehlerhaft.

o.	Verhalten im Betrieb	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	β Zugfestigkeit in t pro cm^2	φ Contraction in %	λ^2 Dehnung in % pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. in t cm	Bemerkungen
93	keine Erfahrungen	0,395	0,669	0,010	0,067	0,044	6,30	20,6	15,6	83,6	0,98	Fuss.
94							6,15	39,3	21,8	100,8	1,34	Kopfmitte.
95	" "	0,259	0,687	0,136	0,057	0,123	5,47	—	21,7	—	1,19	Vollschiene.
96	keine Erfahrungen *)	0,346	0,874	0,009	0,078	0,053	6,00	43,3	20,6	103,3	1,24	Lauffläche.
97							6,02	44,3	19,9	104,5	1,20	Fuss.
98	" "	0,361	0,803	0,008	0,107	0,053	5,78	37,1	18,0	94,9	1,04	Lauffläche.
99							5,93	41,3	19,2	100,6	1,14	Fuss.
00	" "	0,338	0,843	0,114	0,063	0,038	6,04	44,2	18,2	104,6	1,10	Lauffläche.
01							6,12	44,6	18,5	105,8	1,13	Fuss.
02	sehr gut bewährt	0,521	0,602	0,089	0,087	0,074	7,10	30,5	18,0	101,5	1,28	Lauffläche.
03							6,50	39,5	20,3	104,5	1,32	Kopfmitte.
04							7,25	22,4	20,7	94,9	1,50	Steg.
05							6,80	31,6	20,0	99,6	1,36	Fuss.
06	" " "	0,225	0,463	0,130	0,088	0,079	4,95	39,3	22,2	88,8	1,10	Querschwelle **).
07	keine Erfahrungen	0,178	0,589	0,133	0,046	0,050	4,74	48,6	22,4	96,0	1,06	"
08	beim Abladen	0,227	0,550	0,006	0,190	0,066	5,65	40,3	20,9	96,8	1,18	"
09	gebrochen	0,308	0,656	0,003	0,253	0,067	5,68	9,2	7,4	66,0	0,42	"
10	keine Erfahrungen	0,062	0,479	0,007	0,089	0,073	4,12	57,0	22,0	98,2	0,90	"
11	" "	0,059	0,487	0,006	0,062	0,047	4,04	64,1	26,3	104,5	1,06	"
12	gebrochen	0,225	0,620	0,006	0,320	0,102	6,15	35,8	20,3	97,3	1,25	"
13							6,00	38,4	19,6	98,4	1,17	"
14	"	0,214	0,618	0,010	0,172	0,070	5,81	39,7	22,0	97,8	1,28	"
15							5,80	36,2	20,8	94,2	1,21	"
16	keine Erfahrungen	0,093	0,542	0,008	0,045	0,032	4,10	63,1	28,1	104,1	1,15	"

*) Schienen dieser Zusammensetzung haben 2 Schläge auf den Kopf aus 10 *m* Höhe und 600 *kg* Fallwicht ertragen ohne Bruch. **) Die sämmtlichen Querschwellenproben datiren aus den Jahren 1884—1886.

Resultate der reducirt. Qualitätsproben mit Schienenstahl.

№	Lieferant	Jahr der Liefe-rung	ϱ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältnis $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung in % pro 10 cm urspr. Länge	λ^2 Dehnung in % pro 20 cm urspr. Länge	Verhältnis $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
	Antragsteller: Finnländische Staatsbahn.											
1	Bolkow, Vaughan	1880	—	6,16	—	35,5	24,4	19,6	—	97,1	1,21	Vorzügl. bewährt
2	& C., Middlesbro		—	6,19	—	35,0	27,5	20,7	—	96,9	1,28	„ „
	Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn.											
3	Gut. Hoffnungshtt.		4,46	6,90	1,55	6,3	7,4	—	—	75,3	—	
4	„ „		4,38	6,80	1,55	10,3	13,8	—	—	78,3	—	
5	Bochumer-Verein		2,80	4,61	1,65	57,1	32,9	—	—	103,2	—	
6	Stahlwrk. Osnabr.		4,32	6,51	1,51	43,5	24,9	—	—	108,6	—	
7	„ „		4,63	6,55	1,41	42,0	23,6	—	—	107,5	—	
8	Phönix a/R.	1879	—	5,62	—	47,6	29,6	—	—	103,8	—	
9	„ „		3,77	5,81	1,54	50,8	28,8	23,0	1,25	108,9	1,34	
10	„ „		3,80	5,17	1,54	48,3	26,0	22,5	1,16	107,0	1,32	
	Antragsteller: Schweiz. Emmenthalbahn.											
11	Hösch i. Dortmund	1880	3,05	5,27	1,73	41,0	30,0	—	—	93,7	—	
12	„ „	„	3,05	5,10	1,67	45,3	26,0	—	—	96,3	—	
13	„ „	„	3,60	5,75	1,60	19,4	22,8	—	—	108,9	1,34	
14	„ „	„	3,60	5,75	1,60	30,0	26,3	—	—	107,0	1,32	
	Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn.											
15	Bochumer-Verein	1881	3,29	5,40	1,64	31,8	26,7	—	—	85,8	—	d. gl. Schiene (15–16)
16	„ „	„	3,20	5,35	1,67	33,4	24,3	—	—	86,9	—	
17	„ „	„	3,32	5,59	1,69	27,9	23,2	—	—	83,8	—	„ „ „ (17–18)
18	„ „	„	3,35	5,59	1,67	13,0	13,9	—	—	68,9	—	Blase.
19	Union Dortmund	1881	3,51	6,16	1,75	28,0	21,2	18,0	1,18	89,6	1,11	d. gl. Schiene (19–20)
20	„ „	„	3,51	6,11	1,74	29,3	25,2	21,4	1,18	90,4	1,31	
21	„ „	„	2,71	4,78	1,76	21,7	17,5	10,5	1,67	69,5	0,50	Plötzlicher Bruch. (21–22)
22	„ „	„	2,71	4,78	1,76	19,4	16,8	15,6	1,08	67,2	0,75	
23	„ „	„	3,54	5,60	1,58	19,5	19,1	17,0	1.12	75,5	0,95	Plötzlicher Bruch. (23–24)
24	„ „	„	3,47	5,62	1,62	28,8	23,5	21,0	1,12	85,0	1,18	
25	„ „	„	2,99	4,92	1,65	28,8	24,0	22,2	1,08	78,0	1,09	Plötzlicher Bruch. (25–26)
26	„ „	„	3,00	5,34	1,78	26,0	22,2	19,8	1,12	79,4	1,06	

№	Lieferant	Jahr der Lieferung	ρ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung in % pro 10 cm urspr. Länge	λ^2 Dehnung in % pro 20 cm urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
	Antragsteller: **Finnländische Staatsbahn.**											
27	Bolkow, Vaughan	1881	3,88	6,49	1,67	42,9	28,7	21,8	1,31	107,8	1,41	Sehr gut bewährt
28	et C., Middlesbro	„	3,27	6,01	1,84	32,0	24,0	20,1	1,19	92,1	1,21	„ „ „
29	„	„	2,86	5,26	1,84	45,3	32,5	25,5	1,27	97,9	1,34	„ „ „
30	„	„	3,88	6,52	1,68	43,2	26,4	20,4	1,29	108,4	1,33	„ „ „
31	„	„	3,47	6,45	1.86	43,2	26,0	19,8	1,31	107,7	1,28	„ „ „
32	„	„	3,47	6,45	1,86	42,4	26,2	20,2	1,30	106,9	1,30	„ „ „
33	„	„	3,30	6,42	1,95	44,0	23,3	19,4	1,20	108,2	1,25	„ „ „
34	„	„	3,88	6,58	1,70	42,4	25,5	19,5	1,31	108,2	1,28	„ „ „
	Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**											
35	Union Dortmund	1882	2,96	5,46	1,85	38,0	26,2	21,6	1,21	92,6	1,18	d. gl. Schiene (35–36)
36	„ „	„	3,03	5,46	1,80	37,0	24,3	16,2	1,50	91,6	0,88	
37	„ „	„	2,97	5,63	1,88	20,6	20,6	18,3	1,13	76,9	1,03	„ „ „ (37–38)
38	„ „	„	3,13	5,63	1,80	21,0	19,2	16,8	1,14	77,3	0,95	
39	„ „	„	3,60	6,47	1,78	36,4	24,0	21,6	1,11	101,1	1,40	„ „ „ (39–40)
40	„ „	„	3,44	6,48	1,87	36,4	22,3	19,0	1,17	101,2	1,23	
41	„ „	„	3,66	6,33	1,73	27,7	22,6	19,8	1,14	91,0	1,25	„ „ „ (41–42)
42	„ „	„	3,73	6,37	1,71	26,3	17,5	15,0	1,17	90,0	0,96	
	Antragsteller: **Oehler & Zschokke,** Wildeck.											
43	Usine de Creuzot	1882	3,86	6,80	1,76	50,0	22,9	18,9	1,21	118,0	1,29	Schiene wiegt 4,8 *kg* p. l. *m* (43–45)
44	„ „ „	„	4,06	6,75	1,66	49,0	22,2	19,2	1,16	116,5	1,30	
45	„ „ „	„	3,26	6,00	1,84	52,0	25,3	19,4	1,30	112,0	1,16	
46	„ „ „	„	4,83	8,10	1,68	45,4	18,3	14,9	1,24	126,4	1,21	Schiene wiegt 7,14 *kg* p. l. *m* (46–47)
47	„ „ „	„	4,91	8,10	1,65	42,0	15,8	12,8	1,23	123,0	1,04	
	Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**											
48	Bochumer-Verein	1883	3,02	5,13	1,69	37,0	25,5	21,0	1,21	88,3	1,08	d. gleiche Schiene.
49	„ „	„	3,02	5,21	1,72	36,0	25,3	21,6	1,17	88,1	1,13	„ „ „
50	„ „	„	3,10	5,38	1,74	38,0	25,7	21,6	1,19	91,8	1,16	„ „ „
51	„ „	„	3,34	5,60	1,68	36,0	27,0	22,9	1,18	92,0	1,28	„ „ „
52	„ „	„	3,35	5,45	1,63	33,6	26,4	22,6	1,17	88,1	1,23	
53	„ „	„	3,35	5,53	1,65	32,8	23,6	20,3	1,16	88,1	1,12	
54	„ „	„	—	5,42	—	44,5	19,9	17,9	1,11	98,7	0,97	local weich
55	„ „	„	—	5,53	—	38,2	23,9	19,8	1,21	93,4	1,09	

№	Lieferant	Jahr der Lieferung	ϱ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung in % pro 10 cm urspr. Länge	λ^2 Dehnung in % pro 20 cm urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
	Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**											
56	Bochumer-Verein	1883	—	5,45	—	37,6	25,2	17,5	1,44	92,1	0,95	
57	„ „	„	—	5,53	—	35,7	25,5	21,7	1,17	91,0	1,20	
58	„ „	„	—	5,61	—	41,4	26,9	22,9	1,17	97,5	1,28	
59	„ „	„	—	5,61	—	41,4	26,6	22,0	1,21	97,5	1,23	
60	„ „	„	3,03	5,50	1,81	43,0	28,8	23,0	1,25	98,0	1,27	
61	„ „	„	3,03	5,50	1,81	42,5	26,8	23,0	1,16	97,5	1,27	
62	„ „	„	3,19	5,53	1,73	43,0	28,0	23,0	1,22	98,3	1,27	
63	„ „	„	3,03	5,50	1,81	43,7	28,9	23,5	1,23	98,7	1,29	
64	„ „	„	3,03	5,45	1,80	40,1	26,0	22,3	1,17	94,6	1,22	
65	„ „	„	3,18	5,51	1,73	40,1	25,5	22,2	1,15	95,2	1,22	
66	„ „	„	3,03	5,40	1,78	21,1	17,6	16,5	1,07	75,1	0,89	fehlerhaft, blasig
67	„ „	„	3,03	5,50	1,81	38,2	26,0	21,5	1,21	93,2	1,18	
68	„ „	„	3,98	5,96	1,50	34,4	23,4	19,8	1,18	94,0	1,18	
69	„ „	„	3,98	6,28	1,58	27,7	23,1	19,5	1,19	90,5	1,22	
70	„ „	„	3,96	6,05	1,53	32,2	22,0	19,5	1,13	92,7	1,18	
71	„ „	„	4,30	6,37	1,48	25,2	23,8	20,9	1,14	88,9	1,33	
72	„ „	1884	3,70	5,84	1,58	28,0	23,1	19,8	1,17	86,4	1,16	
73	„ „	„	3,98	6,13	1,54	28,7	21,5	18,9	1,14	90,0	1,16	
74	„ „	„	3,90	5,72	1,47	28,9	23,2	20,7	1,12	86,1	1,18	
75	„ „	„	3,79	6,07	1,60	29,2	23,0	21,6	1,06	89,9	1,31	
76	„ „	„	3,85	6,08	1,58	34,4	23,0	20,2	1,14	95,2	1,23	
77	„ „	„	3,86	6,08	1,58	30,5	23,2	19,1	1,21	91,3	1,16	
78	„ „	„	3,66	6,00	1,64	45,9	26,3	20,3	1,29	105,9	1,22	
79	„ „	„	4,30	6,14	1,43	38,3	18,5	15,2	1,21	99,7	0,93	
80	„ „	„	2,97	5,00	1,68	36,6	26,4	22,2	1,19	86,6	1,11	unhomogen
81	„ „	„	3,91	6,17	1,57	26,6	21,3	19,6	1,09	88,3	1,21	
82	„ „	„	4,22	6,07	1,44	31,6	21,5	18,3	1,17	92,3	1,11	
83	„ „	„	4,10	5,83	1,42	29,6	20,8	13,4	1,50	87,9	0,78	loc. weich; contrah. a. 2 Stellen
84	Gebr. Stumm	1884	3,21	5,95	1,85	45,5	26,5	19,8	1,34	105,0	1,18	Lauffläche.
85	Probelieferung	„	3,17	5,87	1,85	46,9	28,9	21,7	1,32	105,6	1,27	„
86	„	„	3,53	6,21	1,76	47,3	24,0	18,8	1,28	109,4	1,17	Fuss.
87	„	„	3,53	6,16	1,75	47,3	23,2	18,2	1,27	108,9	1,12	„
88	AF. F. Longwy	1884	2,66	5,54	2,08	20,5	19,6	18,6	1,05	75,9	1,03	Lauffläche.
89	Probelieferung	„	2,71	4,90	1,81	23,6	23,2	19,5	1,19	72,6	0,96	(blasig)
90	„	„	3,10	4,95	1,59	51,4	25,2	20,6	1,21	100,9	1,02	Fuss.
91	„	„	3,10	5,09	1,64	48,0	27,0	22,3	1,21	98,9	1,14	„

№	Lieferant	Jahr der Liefe-rung	ρ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung in % pro 10 cm urspr. Länge	λ^2 Dehnung in % pro 20 cm urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
	Antragsteller: **Pirée-Peleponèse-Bahn** (Ingr. Paur, Zürich).											
92	Bochum.-Verein	1884	3,32	5,34	1,61	47,9	27,7	23,1	1,20	101,3	1,23	
93	" "	"	3,02	5,13	1,70	50,4	28,8	23,6	1,24	101,7	1,21	
94	" "	"	3,32	5,40	1,63	51,4	30,5	23,0	1,32	105,4	1,24	
95	" "	"	3,24	5,25	1,62	49,6	29,0	24,2	1,25	102,1	1,27	
96	" "	"	3,24	5,32	1,64	48,4	26,3	21,0	1,25	101,6	1,12	
97	" "	"	3,00	5,01	1,67	50,8	26,8	20,5	1,29	100,9	1,03	
	Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**											
98	Bochum.-Verein	1884	3,02	5,54	1,83	42,9	25,7	21,3	1,20	98,3	1,18	
99	" "	"	3,02	5,65	1,87	42,9	27,3	21,9	1,25	99,4	1,24	
100	" "	"	3,95	5,64	1,43	39,7	25,0	20,5	1,22	96,1	1,16	
101	" "	"	3,70	5,64	1,52	41,3	25,0	21,6	1,16	97,7	1,22	
102	" "	"	3,70	6,41	1,73	30,6	20,4	16,2	1,26	94,7	1,04	
103	" "	"	3,60	6,09	1,69	45,1	25,1	20,1	1,25	106,0	1,22	
104	" "	"	3,66	6,17	1,69	47,4	25,2	19,6	1,28	109,1	1,21	
105	" "	"	3,02	5,57	1,84	42,3	25,2	20,7	1,22	98,0	1,15	
106	" "	"	3,18	5,62	1,77	39,2	24,9	21,0	1,19	95,4	1,18	
107	" "	"	3,35	5,73	1,71	52,6	27,0	20,4	1,32	109,9	1,17	local weich.
108	" "	"	3,19	5,32	1,67	25,2	21,0	19,0	1,10	78,4	1,01	Kopfmitte.
109	" "	"	3,16	5,26	1,66	37,6	25,9	20,9	1,24	90,2	1,10	Lauffläche.
110	" "	"	3,40	5,42	1,59	39,4	27,5	23,1	1,19	93,6	1,25	Fuss.
111	" "	"	3,02	5,32	1,76	36,0	26,5	21,6	1,23	89,2	1,15	Kopfmitte.
112			3,10	5,32	1,72	36,2	27,1	23,6	1,15	89,4	1,26	Lauffläche.
113			3,14	5,33	1,70	44,3	27,6	22,2	1,24	97,6	1,18	Fuss.
114	Rh. Stahlwerke	1884	3,50	5,58	1,59	44,6	30,6	23,2	1,32	100,4	1,29	Vollschiene.
115	" "	"	3,69	5,60	1,52	41,8	26,3	23,1	1,14	97,8	1,29	"
116	DeWendel et Co.	1884	3,83	6,32	1,65	9,9	9,9	9,9	1,00	73,1	0,63	Lauffläche.
117	Hayange	"	3,35	6,15	1,83	39,3	21,8	18,1	1,20	100,8	1,11	Kopfmitte.
118			3,72	6,30	1,69	20,6	18,0	15,6	1,15	83,6	0,98	Fuss.
119	Bochum.-Verein	1884	3,48	5,65	1,62	40,3	27,8	23,1	1,20	96,8	1,31	Lauffläche.
120			3,51	5,62	1,60	43,0	26,3	20,9	1,26	99,2	1,17	Kopfmitte.
121			3,58	6,01	1,68	41,7	27,6	22,2	1,24	101,8	1,33	Fuss.

№	Lieferant	Jahr der Liefe-rung	ϱ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung in % pro 10 cm urspr. Länge	λ^2 Dehnung in % pro 20 cm urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
						Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**						
122	Bochum.-Verein	1884	—	5,38	—	35,9	26,3	20,9	1,26	89,7	1,12	Lauffläche.
123			—	5,43	—	44,0	30,3	24,7	1,23	98,3	1,34	Fuss.
124	„ „	1885	2,97	5,29	1,78	50,0	30,8	21,0	1,47	102,9	1,11	Lauffläche.
125			3,05	5,23	1,71	51,7	29,8	22,9	1,30	104,0	1,20	Fuss.
126	„ „		3,57	6,11	1,71	36,5	24,0	19,0	1,26	97,6	1,16	Lauffläche.
127			3,44	5,91	1,72	45,6	26,8	20.4	1,31	104,7	1,21	Fuss.
128	„ „		3,42	5,84	1,70	45,7	26,4	19,6	1,35	104,1	1,14	Lauffläche.
129			3,43	5,97	1,74	46,0	26,6	21,3	1,25	105,7	1,27	Fuss.
130	Gebr. Stumm	1885	3,39	6,00	1,77	43,3	27,0	20,6	1,31	103,3	1,24	Lauffläche.
131	Neunkirchen			5,53		49,7		20,7		105,0	1,14	„
132	„ „		3,54	6,02	1,70	44,3	26,1	19,9	1,31	104,5	1,20	Fuss.
133				5,81		49,7		20,7		107,8	1,20	„
134	„ „		3,57	5,92	1,66	39,1	25,5	20,5	1,24	98,3	1,21	Lauffläche.
135				5,70		48,2		20,5		105,2	1,17	„
136			3,58	5,97	1,67	47,4	21,8	16,7	1,31	107,1	1,00	Fuss.
137				5,87		52,0		18,0		110,7	1,06	„
138	„ „		3,71	5,93	1,60	34,8	24,0	19,3	1,24	94,1	1,15	Lauffläche.
139				5,53		40,0		21,0		95,3	1,16	„
140			3,65	5,97	1,64	46,9	25,7	19,7	1,30	106,6	1,18	Fuss.
141				5,97		55,5		21,5		115,2	1,28	„
142	„ „		3,61	6,02	1,67	42,9	22,04	17,0	1,32	103,1	1,02	Lauffläche.
143				6,02		42,4		17,5		102,6	1,05	„
144			3,68	6,07	1,65	47,3	26,2	20,5	1,28	108,0	1,24	Fuss.
145				5,92		50,3		21,0		109,5	1,24	„
146	„ „		3,68	5,99	1,63	42,1	24,6	19,0	1,30	102,0	1,14	Lauffläche.
147				5,98		43,3		19,0		103,1	1,14	„
148			3,58	6,07	1,70	44,4	25,5	19,2	1,33	105,1	1,17	Fuss.
149				6,14		46,5		20,0		107,9	1,23	„

№	Lieferant	Jahr der Liefe-rung	ρ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ_1 Dehnung in % pro 10 cm urspr. Länge	λ_2 Dehnung in % pro 20 cm urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
					Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn.							
150	Gebr. Stumm	1885	3,57	5,78	1,62	37,1	22,5	18,0	1,25	94,9	1,04	Lauffläche.
151	Neunkirchen			6,14		40,7		20,0		102,1	1,23	"
152			3,58	5,93	1,66	41,3	26,0	19,2	1,35	100,6	1,14	Fuss.
153				6,07		46,5		21,5		107,2	1,31	"
154	" "		3,60	5,88	1,63	46,7	22,5	17,9	1,26	105,5	1,05	Lauffläche.
155				6,08		41,2		19,5		102,0	1,19	"
156			3,80	6,13	1,61	44,4	20,5	16,9	1,21	105,7	1,04	Fuss.
157				6,16		45,3		20,0		106,9	1,23	"
158	" "		3,55	5,78	1,63	33,8	22,4	17,5	1,28	91,6	1,01	Lauffläche.
159				6,30		43,3		21,0		106,3	1,32	"
160			3,66	5,96	1,63	35,7	23,0	17,9	1,28	95,3	1,07	Fuss.
161				6,06		45,6		21,5		106,2	1,30	"
162	" "		3,37	5,93	1,76	36,8	20,5	16,9	1,21	96,1	1,00	Lauffläche.
163				5,97		49,5		19,0		109,2	1,13	"
164			3,44	5,95	1,73	37,1	22,0	17,6	1,25	96,6	1,05	Fuss.
165				5,85		51,1		20,0		109,6	1,17	"
166	" "		3,43	5,94	1,73	43,2	24,4	17,9	1,36	102,6	1,06	Lauffläche.
167				6,06		43,3		18,5		103,9	1,12	"
168			3,42	5,94	1,74	44,6	24,4	18,5	1,32	104,0	1,10	Fuss.
169				5,57		45,1		20,5		100,8	1,14	"
170	" "		3,49	6,04	1,73	44,2	23,7	18,2	1,30	104,6	1,10	Lauffläche.
171				5,88		36,6		19,0		95,4	1,12	"
172			3,72	6,12	1,65	44,6	24,0	18,5	1,30	105,8	1,13	Fuss.
173				6,00		50,9		19,0		110,9	1,14	"
174	" "		3,59	6,05	1,69	40,8	23,2	17,6	1,32	101,3	1,06	Lauffläche.
175				6,06		44,0		20,0		104,6	1,21	"
176			3,71	6,06	1,63	47,8	23,9	17,3	1,38	108,4	1,05	Fuss.
177				6,06		52,5		20,0		113,1	1,21	"

Resultate der reducirten Qualitätsproben mit Flussstahlschienen, welche im Betrieb gutes beziehungsweise schlechtes Verhalten zeigten.

Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn; Jura-Bern-Luzern-Bahn; St. Gotthardbahn; Schweiz. Centralbahn.**

Sämmtliche Proben sind aus der Kopfmitte der Stahlschienen herausgedreht.

№	Dienstzeit	Verhalten im Betrieb	ρ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ_1 Dehnung pro 10 cm in %	λ_2 Dehnung pro 20 cm in %	Verhältniss $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
1	3 J.	gut (unbeschädigt)	2,62	4,70	1,79	29,3	24,8	21,4	1,16	76,3	1,01	Material nicht völl homogen; Bruch zeigen kleine wei Einlagerungen.
2	„	„	2,62	4,65	1,77	39,4	27,0	22,4	1,20	85,9	1,04	
3	13 J. 3 M.	gut bewährt	4,02	6,43	1,60	42,4	24,0	19,5	1,23	106,7	1,25	
4	„	„	4,10	6,41	1,57	44,0	25,3	20,6	1,23	108,1	1,32	
5	1 J.	keine Erfahrung.	3,67	5,72	1,56	20,6	21,3	19,1	1,11	77,8	1,09	
6	„	„	3,67	5,70	1,55	45,5	29,0	24,7	1,17	102,5	1,41	
7	14 J.	zeigen Quetschgn.	2,97	4,60	1,55	52,1	27,0	23,5	1,15	98,1	1,08	
8	„	„	3,22	4,73	1,47	48,0	24,5	19,0	1,29	95,3	0,90	
9	1 J.	keine Erfahrung.	3,67	5,90	1,61	29,7	21,5	19,2	1,12	88,7	1,13	
10	„	„	3,67	5,86	1,60	27,9	23,0	20,5	1,12	86,5	1,20	
11	10 J.	brüchig	4,55	6,44	1,41	48,7	25,0	19,5	1,28	113,1	1,26	Silicium-Schiene
12	„	„	4,55	6,52	1,43	46,2	24,5	19,0	1,29	111,4	1,24	„ „
13	9 J.	besonders gut	3,97	6,52	1,64	7,9	9,0	9,0	1,00	73,1	0,59	Manganstahl
14	„	„	3,96	6,62	1,67	7,9	9,0	9,0	1,00	74,1	0,60	die gleiche Schi
15	„	„	3,94	6,26	1,59	6,2	7,5	6,8	1,10	68,8	0,43	
16	„	bes. abgenützt	3,55	6,16	1,74	31,1	21,6	18,8	1,15	92,7	1,16	Manganstahl
17	„	„	3,55	6,08	1,71	34,4	23,0	20,2	1,14	95,2	1,23	die gleiche Schi
18	„	„	3,65	6,08	1,67	30,5	23,2	19,1	1,22	91,3	1,16	
19	2 J. 3 M.	besonders gut	3,00	4,52	1,51	40,4	26,0	21,6	1,20	85,6	0,98	Manganstahl
20	„	„	3,02	4,44	1,47	41,2	27,5	23,0	1,20	85,6	1,02	die gleiche Schi
21	„	„	2,97	4,46	1,50	50,5	29,5	24,5	1,20	95,1	1,09	
22	„	bes. abgenützt	3,44	5,02	1,46	43,3	29,5	23,2	1,27	93,5	1,16	Manganstahl
23	„	„	3,40	5,01	1,47	37,0	25,0	20,5	1,22	87,1	1,03	die gleiche Schi
24	„	„	3,38	4,99	1,48	44,8	29,5	23,3	1,27	94,7	1,16	
25	„	besonders gut	3,55	5,85	1,65	39,5	26,1	21,5	1,21	98,0	1,26	Manganstahl
26	„	„	3,55	5,84	1,65	42,0	24,2	19,7	1,23	100,4	1,15	die gleiche Sch
27	„	„	3,60	5,90	1,64	42,8	25,7	22,2	1,16	101,8	1,31	
28	„	bes. abgenützt	3,34	5,84	1,75	40,5	23,5	18,1	1,30	98,9	1,06	Manganstahl
29	„	„	3,34	5,76	1,72	40,3	24,5	21,8	1,12	97,9	1,26	die gleiche Sch
30	„	„	3,34	5,89	1,76	37,6	26,6	21,6	1,23	96,5	1,27	
31	9 J.	gutes Verhalten, keine Brüche	3,30	5,47	1,66	43,3	25,9	20,5	1,26	98,0	1,12	Manganstahl
32	„	„	3,65	6,36	1,75	6,5	8,5	7,9	1,07	70,1	0,50	$Si = 0,078$; $P = 0,$

Dienstzeit	Verhalten im Betrieb	ρ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\rho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung pro 10 cm in %	λ^2 Dehnung pro 20 cm in %	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
9 J.	gutes Verhalten, keine Brüche	3,94	6,01	1,53	4,2	3,4	3,3	1,00	64,3	0,20	die gleiche Schiene.
"	"	3,58	6,13	1,71	4,3	8,2	7,1	1,15	65,6	0,44	
"	"	3,57	5,79	1,62	7,7	11,2	9,7	1,15	65,6	0,56	" " "
"	"	3,43	5,91	1,73	19,8	19,4	18,7	1,03	78,9	1,11	
"	keine Klagen	4,35	6,02	1,38	48,8	28,4	21,9	1,29	109,0	1,32	Silicium Schiene.
"	"	4,16	5,67	1,36	50,2	29,8	22,3	1,34	106,9	1,26	
"	"	4,42	6,02	1,36	49,8	28,8	22,0	1,31	110,0	1,32	
8 J.	Querbrüche	3,35	5,74	1,71	40,7	29,4	24,0	1,22	98,1	1,38	Si = 0,134 %; P = 0,105 %. die gleiche Schiene.
"	und zahlreiche	3,45	5,80	1,66	42,0	28,5	22,7	1,25	100,0	1,32	
"	Spaltungen	3,49	5,73	1,64	44,1	28,8	22,2	1,29	101,4	1,27	" " "
"	"	3,49	5,75	1,65	43,1	28,8	22,7	1,27	100,6	1,31	
"	"	3,24	5,46	1,69	47,6	30,8	24,7	1,25	102,2	1,35	" " "
"	"	3,54	5,53	1,56	46,8	27,5	23,9	1,15	102,1	1,32	
"	"	3,71	5,84	1,58	42,4	26,4	20,4	1,29	100,8	1,19	" " "
"	"	3,80	5,84	1,54	29,4	25,6	21,4	1,19	87,8	1,25	
4 J. 6 M.	einzelne Querbr.	3,26	5,11	1,57	48,3	30,4	24,1	1,26	99,4	1,23	" " "
"	u. Spaltungen	3,03	5,00	1,65	49,9	30,9	24,4	1,27	99,9	1,22	
4 J.	"	3,02	4,94	1,63	51,8	34,6	27,4	1,26	101,2	1,35	" " "
"	"	3,13	5,01	1,60	51,8	33,9	26,5	1,28	101,9	1,33	
"	"	3,40	5,50	1,62	41,8	28,3	21,8	1,30	96,8	1,20	Si = 0,127 %; P = 0,066 %. die gleiche Schiene.
"	"	3,40	5,57	1,64	48,2	31,2	24,1	1,29	103,9	1,34	
1 J.	keine Erfahrung.	3,70	5,95	1,61	52,0	30,2	23,2	1,30	111,5	1,38	"
"	"	3,82	6,07	1,59	46,0	29,1	23,4	1,24	106,7	1,42	
7 J.	Querbr. u. zahl-	3,92	5,67	1,45	10,0	10,1	9,7	1,04	66,7	0,55	die gleiche Schiene.
"	reiche Spaltung.	3,96	6,07	1,53	12,2	13,9	14,2	?	72,9	0,86	
4 J.	keine Klagen wegen Brüchigkeit	3,39	5,52	1,63	44,5	29,0	22,9	1,27	99,7	1,26	Si = 0,339 %; P = 0,013 %. die gleiche Schiene.
"	"	3,39	5,56	1,64	46,0	30,3	23,7	1,28	101,6	1,32	
"	"	3,57	5,63	1,58	47,6	31,8	25,1	1,27	103,9	1,41	"
"	"	3,52	5,55	1,57	46,7	29,5	23,0	1,28	102,2	1,28	
3 J.	bisher keine Klagen wegen Brüchigkeit	3,20	5,29	1,65	47,6	29,6	23,8	1,24	100,5	1,26	"
"	"	3,20	5,24	1,64	47,0	30,6	24,6	1,24	99,4	1,29	
"	"	3,80	6,18	1,63	44,0	27,4	21,7	1,26	105,8	1,34	die gleiche Schiene.
"	"	3,90	6,40	1,64	36,2	25,9	20,9	1,24	100,2	1,34	
"	"	3,24	5,57	1,72	45,1	28,3	22,5	1,26	100,8	1,25	" " "
"	"	3,26	5,61	1,72	44,7	27,8	22,0	1,26	100,8	1,23	
"	"	3,77	5,80	1,54	45,6	29,5	23,4	1,26	103,6	1,36	" " "
"	"	3,68	5,90	1,60	45,2	27,8	22,4	1,24	104,2	1,32	

№	Dienstzeit	Verhalten im Betrieb	ϱ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung pro 10 cm in %	λ^2 Dehnung pro 20 cm in %	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
70	1 J.	keine Erfahrung.	3,46	5,24	1,51	5,9	7,2	7,1	1,00	58,3	0,37	die gleiche Schie
71	"	"	3,48	4,94	1,42	5,0	5,5	5,5	1,00	54,4	0,27	
72	"	"	3,26	4,94	1,51	13,8	16,2	15,0	1,08	63,2	0,74	" " "
73	"	"	3,26	5,00	1,56	35,6	26,5	22,5	1,18	85,6	1,12	
74	6 J. 6 M.	abgelaufen	—	5,84	—	35,9	25,2	21,1	1,19	94,3	1,23	Si = 0,033 %; P = 0,093 %.
75	"	"	—	5,90	—	32,4	25,8	20,2	1,28	91,4	1,19	die gleiche Schi
76	2 J. 2 M.	Querbruch	—	5,91	—	49,2	30,0	24,0	1,25	108,3	1,42	Si = 0,612 %; P = 0,098 %.
77	"	"	—	6,09	—	46,8	27,0	21,0	1,28	107,7	1,28	die gleiche Schi
78	8 J. 5 M.	abgelaufen	—	6,68	—	45,2	25,8	20,6	1,25	112,0	1,38	Si = 0,737 %; P = 0,122 %.
79	"	"	—	6,68	—	48,8	29,0	23,0	1,26	115,6	1,54	die gleiche Schi
80	5 J. 10 M.	gespalten	—	6,86	—	42.3	23,7	19,1	1,24	110,9	1,31	Si = 0,754 %; P = 0,162 %.
81	"	"	—	6,73	—	46,4	23,8	18,2	1,31	113,7	1,22	die gleiche Schi
82	1 M.	Querbruch	3,48	5,18	1,49	50,7	30,3	24,3	1,25	102,5	1,26	die gleiche Schie
83	"	Abschieferung	3,48	5,18	1,49	35,7	28,0	24,2	1,16	87,5	1,25	
84	4 M.	Querbruch	3,47	5,76	1,66	45,2	29,6	23,6	1,25	102,8	1,36	Si = 0,234 %; P = 0,085 %.
85	"	"	3,53	6,00	1,70	41,3	26,2	23,8	1,10	101,3	1,43	die gleiche Schi
86	5 M.	"	5,00	7,50	1,50	41,0	21,7	18,9	1,15	116,0	1,42	harte Schiene. Si 0,973 %; P = 0,096
87	2 M.	"	4,75	7,07	1,49	25,9	19,0	16,9	1,12	96,6	1,19	harte Schiene.
88	"	"	3,95	6,47	1,64	45,8	26,8	21,6	1,24	110,5	1,40	
89	2 J. 3 M.	"	4,75	7,22	1,52	32,4	22,6	18,8	1,20	104,6	1,36	sehr harte Schi Si = 0,533 %.
90	7 J. 6 M.	"	3,00	5,76	1,92	39,1	28,1	22,9	1,23	96,7	1,32	die gleiche Schi
91	"	"	3,00	5,91	1,97	31,0	23,2	20,6	1,13	90,1	1,22	
92	6 J. 9 M.	abgelaufen. Bruch	3,34	5,01	1,50	50,3	31,3	24,4	1,28	100,4	1,22	" " "
93	"	am Fuss	3,32	5,00	1,51	43,6	29,0	24,0	1,21	93,6	1,20	
94	12 J. 6 M.	Querbruch	4,93	8,04	1,63	27,1	18,4	16,7	1,10	107,5	1,34	" " " am Einspannko gebrochen
95		beim Abladen neuerdings gebrochen	—	7,65	—	—	—	—	—	—	—	
96	12 J. 6 M.	Querbruch	4,78	7,80	1,63	36,6	20,5	17,7	1,16	114,6	1,38	Si = 0,393 %; P = 0,168 %.
97	3 M.	"	4,15	6,08	1,47	49,0	26,8	20,6	1,30	109,8	1,25	**Silicium-Stahl**
98		"	4,30	6,21	1,45	50,4	22,0	19,0	1,16	112,5	1,18	die gleiche Schi
99	5 M.	"	4,10	6,15	1,50	50,3	26,0	20,5	1,26	111,8	1,26	" " "
100	"	"	4,38	6,25	1,43	43,5	25,1	19,8	1,27	106,0	1,24	
101	6 J.	"	4,26	6,34	1,49	47,3	24,5	20,0	1,22	110,7	1,27	" " "
102			4,26	6,47	1,52	47,3	25,0	20,0	1,25	112,0	1,29	
103	2 J. 9 M.	"	4,99	7,07	1,42	18,3	18,2	15,2	1,20	89,0	1,07	Si = 0,693 %; P = 0,081 %.
104			5,15	7,19	1,40	36,6	22,5	18,5	1,22	108,5	1,33	die gleiche Schi
105	8 J. 2 M.	gespalten	4,79	6,57	1,37	51,0	26,5	20,2	1,31	116,7	1,33	**Silicium-Stahl**
106			4,75	6,59	1,39	45,8	24,4	19,6	1,24	111,7	1,29	die gleiche Schie

o	Dienstzeit	Verhalten im Betrieb	ϱ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ^1 Dehnung pro 10 cm in %	λ^2 Dehnung pro 20 cm in %	Verhältniss $\frac{\lambda^1}{\lambda^2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm	Bemerkungen
07	3 J. 3 M.	Querbruch	4,62	6,37	1,38	48,2	23,2	17,9	1,29	111,9	1,14	**Silicium-Stahl** die gleiche Schiene
08	8 J. 7 M.	gespalten	4,63	6,49	1,40	42,6	23,1	19,2	1,20	107,5	1,25	"
09	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Während der Probe spaltet d. Versuchsstab in 2 Hälften.
10	8 J. 7 M.	"	4,77	6,52	1,37	48,2	22,6	18,7	1,21	113,4	1,22	die gleiche Schiene
11	4 J. 3 M.	Querbruch	4,70	6,31	1,34	45,8	26,8	21,4	1,25	108,9	1,35	**Silicium Stahl**
12	"	"	4,62	6,45	1,40	47,4	23,9	18,6	1,28	111,9	1,20	die gleiche Schiene
13	"	"	4,80	6,60	1,38	47,2	21,4	18,0	1,19	113,2	1,19	
14	4 J. 10 M.	Querbruch	4,18	5,78	1,38	50,4	28,2	21,8	1,29	108,2	1,26	
15	"	"	4,00	5,81	1,45	51,0	26,7	20,7	1,29	109,1	1,20	" " "
16	"	"	4,24	5,86	1,38	51,8	26,1	20,8	1,25	110,4	1,22	
17	1 M.	Querbruch	4,26	5,95	1,40	51,7	28,4	22,0	1,29	111,2	1,31	
18	"	"	4,30	5,97	1,39	52,4	28,0	21,1	1,32	112,1	1,26	" " "
19	"	"	4,33	6,00	1,38	52,5	26,2	21,5	1,22	112,5	1,29	
20	4 J. 9 M.	Quetschung	3,47	6,00	1,73	10,4	11,0	10,7	1,03	70,4	0,64	Blase **Mangan-Stahl**
21	"	"	3,50	5,98	1,71	28,7	20,0	16,5	1,21	88,5	0,99	die gleiche Schiene
22	5 J. 4 M.	gespalten am	3,47	5,92	1,72	19,8	19,0	16,2	1,17	79,0	0,96	" " " Blase
23	"	Stossende	4,14	5,80	1,40	3,0	4,6	4,6	1,00	61,0	0,27	Bruch am Stabende Blase
24	5 J. 4 M.	"	3,80	6,27	1,65	25,8	20,4	17,0	1,20	88,5	1,07	die gleiche Schiene
5	"	"	3,57	5,20	1,46	4,2	3,4	3,2	1,06	56,2	0,17	fehlerhaft, Blase
6	3 J. 11 M.	Querbruch	3,90	6,17	1,58	44,8	25,8	20,4	1,26	106,5	1,26	**Silicium-Stahl** $Si = 0,299$ %;
7	"	"	4,07	6,32	1,55	43,5	22,1	19,5	1,13	106,7	1,23	$P = 0,082$ %.
8	4 J. 2 M.	gut bewährt	4,00	6,10	1,52	7,5	6,0	6,0	1,00	68,5	0,37	$Si = 0,268$ %;
9	"	"	—	6,32	—	21,6	17,4	16,0	1,08	84,8	1,01	$P = 0.089$ %.
0	5 J.	Querbruch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bruch a. Einspannk.
1	"	"	3,95	6,45	1,63	26,1	23,2	19,5	1,19	90,6	1,26	die gleiche Schiene
2	"	"	3,98	6,42	1,62	38,1	24,0	19,7	1,22	102,3	1,26	
3	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bruch a. Einspannk.
4	"	"	4,26	6,09	1,43	4,0	—	—	—	64,9	—	die gleiche Schiene
5	"	"	4,30	5,60	1,30	2,0	—	—	—	58,0	—	Bruch am Stabende
6	12 J. 3 M.	Querbruch	4,00	6,23	1,56	48,5	25,4	20,7	1.23	110,8	1,29	$Si = 0,289$ %; $P = 0,131$ %.
7	"	"	4,10	6,23	1,52	46,4	25,4	20,2	1,26	108,7	1,26	die gleiche Schiene
8	11 J.	Querbruch	3,75	6,02	1,61	32,4	24,2	18,2	1,33	92,6	1,10	
9	3 J. 4 M.	"	4,26	6,55	1,54	49,3	27,0	21,0	1,27	114,8	1,38	die gleiche Schiene
0	"	"	4,14	6,29	1,52	48,2	26,4	20,9	1,26	111,1	1,31	
1	1 J. 7 M.	Querbruch	3,35	5,50	1,64	46,8	28,5	23,0	1,24	101,8	1,27	
2	"	"	3,41	5,65	1,65	46,4	26,9	22,0	1,22	102,9	1,24	" " "
3	"	"	3,42	6,00	1,75	36,4	22,4	19,4	1,15	96,4	1,16	
4	9 J. 5 M.	abgelaufen	4,62	6,33	1,37	39,2	23,5	19,3	1,21	102,5	1,22	360 m Curve
5	"	"	4,62	6,30	1,36	31,2	20,3	16,9	1,20	94.2	1,06	

Ueber die Anforderungen an Eisenbahnschienen im Betriebe.

Werth der Schienenbiegeprobe

Im September der Jahre 1884 und 1885 tagte in München eine Conferenz zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden von Bau- und Constructionsmaterialien, welche unter andern auch die Frage der Anforderungen, die vom Standpunkte des Betriebs an Eisenbahnschienen zu stellen sind, in den Kreis der Erörterungen zog und diejenigen Prüfungsmethoden bezeichnete, durch welche das Vorhandensein jener Eigenschaften nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse und Erfahrungen am schärfsten und zuverlässigsten constatirt werden kann.

Mit der gleichen Frage beschäftigte sich im letzten Quartale des verflossenen Jahres auch die bahntechnische Commission der Conferenz schweiz. Eisenbahntechniker, und erwählte in den Herren L. Bösch, Oberingenieur-Adjunkt der schw. Nord-Ost-Bahn, und Stickelberger, Bureau-Chef der J.-B.-L.-Bahn eine Subcommission, die die schwebende Angelegenheit näher zu prüfen und über den Befund Bericht zu erstatten hatte.

Genannte Subcommission setzte sich mit dem Chef des eidg. Festigkeitsinstitutes in Beziehung. Mehrere im schweiz. Polytechnikum abgehaltene Berathungen dienten zur Abklärung der Sachlage und führten schliesslich zu einem Elaborate der Herren Bösch und Stickelberger, welches die bahntechnische Commission für die Mitglieder der schweiz. Eisenbahntechniker-Conferenz in Druck zu legen beschloss.

Die Gesichtspunkte, welche anlässlich der Verhandlungen im Polytechnikum zu Zürich aufgetaucht sind, bieten wenig Neues. Im Grossen und Ganzen decken sie sich mit jenen Anschauungen, welche die Herren Bösch und Stickelberger anlässlich der Bearbeitung der Bedingnisshefte für einheitliche Lieferung und Prüfung von Eisenbahnschienen (1883) zum Ausdrucke brachten, beziehungsweise welche aus den Verhandlungen der Münchener Conferenz und den Arbeiten des Verfassers bekannt sind. Wenn wir dessenungeachtet hier auf fraglichen Gegenstand zurückgreifen, so geschieht es lediglich, um jene Versuche näher zu besprechen, welche auf Anregung des Verfassers in wohlverstandenem Interesse der schweizeri-

schen Eisenbahnverwaltungen durch die Herren Bösch und Stickelberger veranlasst, zunächst und insbesondere die Prüfung des Werthes der von der Münchener Conferenz aufgegriffenen und wieder in den Vordergrund gestellten Biegeprobe an ganzen Gebrauchstücken anstreben. Die Herren Bösch und Stickelberger stimmten übrigens mit dem Verfasser in der Ueberzeugung überein, dass die zur Werthschätzung der Biegeprobe eingeleitete Untersuchung, in Ermangelung ausreichender Mittel, das Niveau einer rohen Annäherung kaum überragen werde. Auch sollten bei diesem Anlasse ausschliesslich solche Messungen vorgenommen werden, die auch bei Uebernahmen, also bei einer allfälligen Verwerthung der gewonnenen Resultate, auf jedem Werke ohne weiteres ausführbar bleiben.

Vom Stande des Betriebs pflegt man an Stahlschienen folgende Anforderungen zu stellen:

1. Sicherheit gegen jegliche, die Betriebssicherheit gefährdende Beschädigungen;
2. Möglichst grosse Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiss durch Abnützung.

Die Beschädigungen der Stahlschienen — und nur mit solchen haben wir es hier zu thun —, bestehen in:

a) Querbrüchen,
b) Längsrissen und Abspaltungen,
c) Quetschungen.

Querbrüche von Stahlschienen treten entweder zufällig vereinzelt, oder mit einer gewissen Regelmässigkeit auf. Erstere werden zurückgeführt auf eine zufällig irrthümliche Zusammensetzung einer Charge, auf locale Sprödigkeiten, zufällige Lage der Blasenzone der Ingots oder auf locale Beschädigungen durch unzweckmässige Behandlung der Schienen beim Abkühlen, Geraderichten, Auf- und Abladen, sowie insbesondere beim Biegen behufs Einlegen in Curven. Mitunter sind Querbrüche mit alten Anrissen beobachtet. Individuen einer irrthümlich zusammengesetzten Charge, Schienen mit localen Fehlern und Beschädigungen brechen; oft vor dem Einlegen oder in der ersten Periode ihrer Dienstleistung. Die mitunter beobachtete Abnahme der Schienenbrüche in späterem Alter möchte vielleicht durch ähnliche Verhältnisse ihre Erklärung finden.

Brüchigkeit der Stahlschienen mit mehr oder weniger regelmässigem Character, Brüchigkeit beim Eintritt kalter

Witterung wird im Stahl durch ein gleichzeitiges Vorhandensein relativ erheblicher Kohlenstoff- und Phosphormengen erzeugt. Anderseits zeigt der kohlenstoffarme, mehr oder weniger phosphorreiche Silicium-Stahl neben Querbrüchigkeit eine unzweideutig ausgeprägte Neigung zu Spaltungen, während der reine mit Mangan gedichtete Kohlenstoffstahl selbst in harten Marken (z. B. Sheffield-Stahlschienen der J.-B.-L.-Bahn mit 0,4—0,52 % C.) und extremen klimatischen Verhältnissen (z. B. Finnland) weder Brüchigkeit noch Tendenz zu Spaltungen, Abblätterung u. d. m. zeigt.

Längsrisse, Abspaltungen treten bei Stahlschienen entweder in Folge verwalzter Lunker auf, oder sie scheinen durch die sogen. partielle Silicium-Wirkung bedingt zu sein.

Verwalzte Lunker kommen meist bei weichem, unruhigem Stahl und dann nur an einem Ende der Schiene vor. Durch Enden der ausgewalzten Stäbe fallen die unganzen Endstücke in der Regel weg (uns ist blos einmal vorgekommen, dass ein Probestab beim Zerreissen in der Längsrichtung in 2 symmetrische Hälften zerfiel; die Probe war der Kopfmitte eines Schienen-Endstückes entnommen); es zählen daher verwalzte Lunker in fertigen Schienen zu grossen Seltenheiten. Abspaltungen der Schienenköpfe kommen an jeder Stelle, bald in der Schienenmitte, bald an den Enden localisirt vor. Sie treten erst nach einigen Jahren der Dienstleistung der Schienen auf und erstrecken sich nicht selten auf 1,0 *m* Länge. Die Ursache dieser Erscheinung möchte vielleicht in folgenden Verhältnissen liegen:

Unrichtige Gusstemperatur (nach Sattmann) oder eine unvollkommene Siliciumwirkung veranlassen eine bienenzellenartige Absonderung der Blasencomplexe in Nähe der Ingotoberfläche. Durch den Walzprocess oder durch die auftretenden Gasspannungen können die an sich dünnen Scheidewände der Porenzellen zerstört werden und entstehen oxydirte, dunkelgefärbte Spaltungs- oder Trennungsflächen mit oft erheblicher Längsausdehnung. Abgespaltene Schienenkopfstücke zeigen an den Laufflächen, anderseits an den Schultern oder dem obersten Theile des Steges schmale Streifen metallischen Bruches. Längs diesen schmalen Streifen bleibt das abgespaltene Stück mit dem übrigen Schienenmaterial in metallischem Contact, bis durch Abnützung des Schienenkopfes die Stärke des Verbindungsstreifens soweit abgemindert ist, dass relativ geringfügige Ursachen die genannten Abspaltungen herbeiführen.

Quetschungen von Stahlschienen beobachtet man meist an den Schienenstössen; sie haben in der Regel mit der Beschaffenheit des Schienenmaterials nichts gemein.

Zur Verhütung der die Betriebssicherheit der Stahlschienen gefährdenden Beschädigungen (Quer- und Längsbrüchigkeit, Tendenz zu Abspaltungen) empfiehlt sich bis auf Weiteres:

1. Die schädlichen, fremden Beimengungen des Materials, insbesondere den Phosphor- und Siliciumgehalt durch ein zulässiges Maximum einzugrenzen. Da einerseits Kohlenstoff, anderseits Phosphor und Silicium sich wechselseitig ausschliessen, so könnte der zulässige Phosphor- und Siliciumgehalt auch durch Feststellung eines minimalen Kohlenstoffgehalts, der sich mit der wünschbaren Schärfe angemessen rasch bestimmen lässt, normirt werden, wie dies seit einigen Jahren mit gutem Erfolge bei Uebernahmen von Radbandagen auf den belgischen Staatsbahnen geschieht. (Vergl. Seite 53, sowie den Nachtrag auf Seite 69.)

2. Die Controle auf Brüchigkeit durch Schlagproben auf einheitlichen Schlagwerken auszuführen (specielle Vorschriften vergl. Seite 67). Empfehlenswerth sind ferner:

3. Zur Feststellung der Materialbeschaffenheit in den äussersten Fasern des Profils Aetz- oder Zerreissproben. (Vgl. „Eisen und Stahl" Jahrg. 6, Seite 149; ferner die Beschlussfassungen der Münchener Conferenz. Qualitätsvorschriften für Zerreissproben mit massgebendem Character siehe Seite 67 dieses Heftes.)

Die zweite wesentliche Anforderung an Stahlschienen betrifft die Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiss durch vorzeitige Abnützung. Zu Vorschriften in dieser Hinsicht fehlen noch sichere Anhaltspunkte. Ja selbst die Frage, ob weiche oder härtere Schienen vortheilhafter seien, ist derzeit noch nicht ausgetragen. Neuere Erfahrungen, insbesondere jene der französischen P.-L.-M.-Bahn haben das namentlich in Deutschland vertretene Princip „weich auf weich" zu fahren in's Schwanken gebracht. Unserer Ansicht nach ist die Frage nach dem zweckmässigsten Härtegrade des Schienenstahls blos an Hand geordneter Schienen- und Verkehrsstatistiken in Verbindung mit Probestrecken auszutragen, in welchen Schienen bestimmter Chargen, also Individuen bekannter chemisch-physicalischer Beschaffenheit während angemessen langer Zeit beobachtet und ihre Abnützungen durch Aufnahme der Mass- und Gewichtsveränderungen festgestellt werden.

Zur Messung der Härte des Schienenstahls bedarf man in erster Linie einer passenden Einheit, welche bekanntlich derzeit ebenfalls noch fehlt.

In Ermangelung einer zuverlässigen Methode zur unmittelbaren Härtebestimmung des Schienenstahls ist anlässlich der Münchener Conferenz mehrfach auf die, insbesondere auch in Frankreich zur Härtebestimmung der Stahlschienen vielfach benützte Biegeprobe verwiesen worden. Es wurde angeführt, dass unter sonst gleichen Umständen die Biegungsfähigkeit der Schiene sich mit dem Härtegrade des Materials ändere, dass man somit in der einheitlich organisirten Biegeprobe ein ausreichendes Mittel zur näherungsweisen Härtebestimmung der Stahlschienen erlangen könne.

Den Werth und die Bedeutung der Biegeprobe näher zu prüfen sind uns:

von Seiten der schweiz. N.-O.-Bahn (Ingr. Bösch) .	22	Stück
„ „ „ St. Gotthardbahn (Ingr. Küpfer) . .	12	„
„ „ „ J.-B.-Luzernbahn (Ing. Stickelberger)	14	„
„ „ „ schweiz. Centralbahn (Obering. Hui)	23	„
Summa	71	Stück

1,4 *m* lange Abschnitte von Schienen mit theilweise bekanntem Verhalten im Betriebe zur Verfügung gestellt worden, welche zunächst auf der Werder'schen Festigkeitsmaschine der Biegeprobe unterworfen wurden.

Bezüglich Programm, Prüfungsvorgang und Zusammenstellung der gewonnenen Resultate dienen folgende Bemerkungen:

Der Kraftangriff erfolgte mittelst einer auf 3,0 *cm* Durchmesser abgerundeten Schneide auf die Kopfmitte der auf 1,0 *m* freigelagerten Schiene. Zur Messung der Durchbiegung diente der auf Seite 96 beschriebene, cylindrische Massstab mit 1,0 *mm* Theilung und 0,1 *mm* Nonius. Bezüglich der äussern Erscheinung bei den Versuchen haben wir den Auseinandersetzungen auf Seite 97 nur wenig beizufügen. Die Bieggrenze wurde mittelst des genannten Massstabs als derjenige Moment einer Versuchsreihe bestimmt, nach deren Ueberschreiten der Versuchsstab eine erhebliche, vorwiegend bleibende Durchbiegung ergab. Zur Feststellung dieser Grenze musste analog, wie bei Ermittlung der Elasticitäts- resp. Proportionalitätsgrenze, nach wie vor Ueberschreiten derselben, auf die Ausgangsbelastung zurückgegangen werden.

Principiell wurde zu jeder Belastung die correspondirende Durchbiegung aufgenommen, das Diagramm der Biegungsarbeit construirt und mittelst eines Planimeters ausgemessen. In nachfolgenden Zusammenstellungen geben wir in *cm t* ausgedrückt:

a) die Deformationsarbeit der Schienen an der Bieggrenze;

b) die Deformationsarbeit der Schienen bei 35 *tn* Belastung.

Jenseits 35 *tn* hat das Mass der Deformationsarbeit aus dem Grunde wenig Bedeutung, weil oft schon bald nach Ueberschreiten dieser Belastung Verbiegungen, das Windschiefwerden der Schienen eintrat.

Die Durchbiegung an der Bieggrenze sowie bei 35 *tn* Belastung haben wir als „absolute" Durchbiegung der Versuchsobjecte den Tabellen einverleibt. Besserer Vergleichung willen fügten wir die „relative" Durchbiegung bei, welche sich für ein Trägheitsmoment $J = 1000$ in *cm* nach:

$$f = f_0 \cdot \frac{J_0}{J}$$

berechnet, wenn

f_0 die absolute Durchbiegung;

J_0 das factische Trägheitsmoment des Profils bedeutet.

Vorstehende Formel liefert innerhalb der Bieggrenze ziemlich genaue, jenseits derselben nur rohe Näherungswerthe für die relative Durchbiegung.

Stellt in *cm t* ausgedrückt

A_0 die absolute, durch Ausmass des Biegungsdiagramms erhobene Deformationsarbeit einer Schiene, bezeichnet nach wie vor

J_0 das Trägheitsmoment ihrer Profilfläche, so wird näherungsweise

$$A = A_0 \cdot \frac{J_0}{J}$$

die relative, in unserem Falle auf ein Trägheitsmoment $J = 1000$ in *cm* bezogene Deformationsarbeit der Schiene geben, welche wir Vergleichungswillen den folgenden Zusammenstellungen beigefügt haben.

№	Jahr der Liefe-rung	Verhalten im Betriebe bezüglich		Schienen		Träg-heits-	Wider-stands-	Belas-tung	Durch-bieg., *cm*		Defor. Arbeit *cm t*		Durch-biegung *cm*		Defor. Arbeit *cm t*		Belas-tung	Durch-biegung	Bemerkungen.
		Brüchig-keit.	Ab-nützung.	Ge-wicht *kg*	Höhe *cm*	Moment in *cm*		*t*	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	*t*	*cm*	
								an der Bieggrenze.					bei 35,0 *t* Belastung.				a. d. Traggrenze.		
Antragsteller: Schweiz. Nord-Ost-Bahn (Ingr. *L. Bösch*).																			
1	1874	brüchig	mässig	35,74	13,0	1025,0	155,0	40,0	0,55	0,56	11,0	11,3	0,47	0,48	8,2	8,4	55,0	6,84	Silicium-Stahl.
2	„			„	„	„	„	38,0	0,56	0,57	10,6	10,9	0,50	0,51	8,7	8,9	53,0	5,64	
3	1876	zieml. brüch.	n. g. *) unbedeutend	35,74	13,0	1025,0	155,0	34,0	0,47	0,48	8,0	8,2	0,52	0,53	9,1	9,3	58,0	8,92	*) n. g. = nicht ganz.
4	„			„	„	„	„	34,0	0,46	0,47	7,8	8,0	0,49	0,50	8,6	8,8	59,0	9,33	
5	1879	n. *) brüchig	unbedeutend	37,25	13,0	1031,8	156,0	30,0	0,46	0,47	6,9	7,1	1,10	1,13	26,5	27,3	48,0	8,69	*) n. = nicht. XI. 85. dem Geleise entnommen.
6				„	„	„	„	32,0	0,48	0,49	7,7	7,9	0,99	1,01	24,5	25,3	48,0	10,66	
7	1880	brüchig	unbedeutend	37,25	13,0	1031,8	156,0	33,0	0,50	0,51	8,7	8,5	0,63	0,65	12,7	13,1	54,0	7,05	XI. 85. wegen Querbruch ausrangirt.
8				„	„	„	„	33,0	0,45	0,46	7,4	7,6	0,54	0,55	10,5	10,8	56,0	7,55	
9	1881	n. brüchig	bedeutend	37,25	13,0	1031,8	156,0	29,0	0,42	0,43	6,1	6,3	2,19	2,24	63,5	65,5	42,0	7,20	
10	1881	n. brüchig	n. g. unbedeutend	37,25	13,0	1031,8	156,0	33,0	0,53	0,54	8,7	9,0	0,62	0,63	11,7	12,1	55,0	7,20	Schiene wegen Querbruch ausrangirt.
11				„	„	„	„	34,0	0,51	0,52	8,7	9,0	0,55	0,56	10,0	10,3	48,5	—	gebrochen!!
12	1881	n. brüchig	n. g. unbedeutend	37,25	13,0	1031,8	156,0	30,0	0,47	0,48	7,0	7,2	0,99	1,02	23,7	24,5	51,0	8,95	
13	1882	n. brüchig	zieml. bedeut.	37,25	13,0	1031,8	156,0	28,0	0,43	0,44	6,0	6,2	1,69	1,73	47,2	48,8	48,2	—	gebrochen!!
14	1882	n. brüchig	zieml. bedeut.	37,25	13,0	1031,8	156,0	29,0	0,43	0,44	6,2	6,4	1,71	1,75	49,2	50,8	48,0	11,62	
15	1883	— *)	— *)	37,25	13,0	1031,8	156,0	26,0	0,39	0,40	5,1	5,2	2,41	2,48	69,2	71,4	47,0	11,02	*) keine Erfahrung.

16	1883	—	—	37,25	13,0	1031,8	156,0	30,0	0,41	0,42	6,1	6,3	1,27	1,30	35,2	36,3	51,0	11,13	
17	1884	—	—	36,00	13,0	1030,0	157,3	25,0	0,41	0,42	5,1	5,2	1,82	1,87	49,7	51,2	45,0	6,08	
18	1884	—	—	36,00	13,0	1030,0	157,3	26,0	0,40	0,41	5,2	5,3	2,88	2,96	81,5	83,9	44,0	8,92	
19	1885	—	—	36,00	13,0	1030,0	157,3	27,0	0,38	0,39	5,1	5,2	1,42	1,46	37,4	38,5	49,5	10,72	
20	„	—	—	„	„	„	„	28,0	0,40	0,41	5,6	5,8	1,49	1,53	42,0	43,2	47,0	6,87	
21	1885	—	—	36,00	13,0	1030,0	157,3	27,0	0,46	0,47	6,2	6,4	1,70	1,75	45,2	46,5	50,0	8,76	Manganstahl.
22	„	—	—	„	„	„	„	27,0	0,41	0,42	5,5	5,7	1,64	1,69	44,5	45,8	49,0	6,69	
Antragsteller: **St. Gotthardbahn** (Ingr. *Küpfer.*)																			
23	1880	? *)	? *)	36,6	13,0	1044,5	158,5	33,0	0,49	0,51	8,1	8,4	0,62	0,65	13,5	14,1	53,0	7,13	*) Die genauen Erhebung. steh. noch aus.
24	„	—	—	„	„	„	„	33,0	0,46	0,48	7,6	7,9	0,60	0,63	13,2	13,8	54,0	8,10	
25	1880	—	—	36,6	13,0	1044,5	158,5	28,0	0,43	0,45	6,0	6,3	2,03	2,12	57,0	59,5	43,5	10,29	
26	„	—	—	„	„	„	„	28,0	0,40	0,42	5,6	5,8	1,91	1,99	57,7	60,2	43,5	9,37	
27	1881	—	—	36,6	13,0	1044,5	158,5	24,0	0,37	0,39	4,4	4,6	6,66	6,95	200,0	208,9	35,5	c. 9,50	
28	„	—	—	„	„	„	„	25,0	0,38	0,40	4,7	4,9	5,11	5,33	153,5	160,3	37,0	8,58	
29	1881	—	—	36,6	13,0	1044,5	158,5	24,0	0,38	0,40	4,5	4,7	7,75	8,10	237,0	247,9	36,0	12,10	
30	„	—	—	„	„	„	„	24,0	0,37	0,39	4,4	4,6	6,97	7,27	211,5	220,8	35,5	11,40	
31	1881	—	—	36,6	13,0	1044,5	158,5	29,0	0,45	0,47	6,5	6,8	1,14	1,19	29,2	30,5	50,0	9,10	
32	„	—	—	„	„	„	„	32,0	0,47	0,49	7,5	7,8	1,33	1,39	36,0	37,6	49,0	—	plötzlich gebrochen.
33	1881	—	—	36,6	13,0	1044,5	158,5	32,0	0,46	0,48	7,3	7,6	0,98	1,02	25,7	26,8	46,0	6,60	schwach abgelaufene Schiene.
34	„	—	—	„	„	„	„	32,0	0,44	0,46	7,0	7,3	0,87	0,91	21,7	22,7	46,0	6,99	

№	Jahr der Liefe-rung	Verhalten im Betriebe bezüglich		Schienen		Träg-heits-	Wider-stands-	Bela-stung	Durch-bieg., *cm*		Defor. Arbeit *cm t*		Durch-biegung *cm*		Defor. Arbeit *cm t*		Bela-stung	Durch-biegung	Bemerkungen.
		Brüchig-keit	Ab-nützung.	Ge-wicht *kg*	Höhe *cm*	Moment in *cm*		*t*	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	*t*	*cm*	
								an der Bieggrenze.					bei 35,0 *t* Belastung.				a. d. Traggrenze.		
Antragsteller: **Jura-Bern-Luzern-Bahn** (Ingr. *Stickelberger.*)																			
35	1873	keine Brüche	unbedeut.	36,1	13,00	968,5	146,0	30,0	0,44	0,43	6,6	6,4	1,06	1,03	28,3	27,4	51,0	6,44	Engl. Manganstahl; **sehr** gut bewährt !!
36	1876	brüchig	gering	33,45	12,75	894,0	139,3	31.0	0,52	0,46	8,0	7,1	0,99	0,88	24,0	21.4	50,0	8,15	
37	„	„	„	„	„	„	„	30,0	0,48	0,43	7,2	6,4	0,91	0,81	20,8	18,6	48,0	5,11	Vorzeit. Verwindng.
38	1881	n. *) brüchig	zieml. stark	33,45	12,75	894,0	139,3	27,0	0,54	0,48	7,3	6,5	1,99	1,78	54,0	48,2	47,0	10,87	*) n. = nicht.
39	„	„	„	„	„	„	„	26,0	0,41	0,37	5,3	4,7	2,11	1,88	57,0	50,9	45,0	6,78	Vorzeit. Verwindng.
40	1881	n. *) brüchig	zieml. stark	33,45	12,75	894,0	139.3	25,0	0,41	0,37	5,1	4,6	2,11	1,89	58,0	51,9	45,0	12,15	
41	„	„	„	„	„	„	„	26,0	0,40	0,36	5,2	4,6	2,13	1,90	59,7	53,4	45,0	9,00	
42	1881	n. brüchig	zieml. stark	33,45	12,75	894,0	139,3	24,0	0,39	0,35	4,7	4,2	4,08	3,64	116,2	104,0	40,0	8,25	
43	„	„	„	„	„	„	„	24,0	0,39	0,35	4,7	4,2	3,96	3,54	114,5	102,5	41,5	11,44	
44	1883	keine Er	fahrung.	33,45	12,75	894,0	139,3	26,0	0,40	0,36	5,2	4,6	—	—	—	—	32,5	—	plötzlich gebrochen.
45	„	„	„	„	„	„	„	27,0	0,48	0,43	6,5	5,8	—	—	—	—	30,5	—	plötzlich gebrochen.
46	1883	keine Er	fahrung.	33,45	12,75	894,0	139,3	25,1	0,41	0,30	3,6	3,2	5,17	4,63	152,0	136,0	38,0	10,07	
47	1884	keine Er	fahrung.	33,45	12,75	894,0	139,3	25,0	0,41	0,37	5,1	4,5	3,00	2,68	87,5	78,2	41,0	—	plötzlich gebrochen.
48	„	„	„	„	„	„	„	25.0	0,44	0.39	5,5	4,9	3,32	2,95	96.5	86,3	40,0	—	plötzlich gebrochen.

Antragsteller: **Schweiz. Centralbahn** (Oberingr. *Hui*, Basel.)

49	1870	1,6 % in 10 Jahren	unbedeut.	36,8	12,8*	1020,0	—	27,5	0,55	0,56	7,5	7,6	3,23	3,29	92,0	93,8	40,0	7,40	*) um 0,2 *cm* abgenützte Schiene.
50	1870	1,6 % in 10 Jahren	unbedeut.	36,8	12,8	1020,0	—	26,5	0,44	0,45	5,8	5,9	3,32	3,39	95,5	96,9	39,2	10,20	um 0,2 *cm* abgenützte Schiene.
51	„		„	„	„	„		26,0	0,44	0,45	5,7	5,8	3,08	3,14	89,0	90,8	39,7	11,80	
52	1870	1,6 % in 10 Jahren	unbedeut.	36,8	12,8	1020,0	—	27,5	0,52	0,53	7,1	7,2	3,23	3,29	91,5	93,3	39,8	13,10	um 0,2 *cm* abgenützte Schiene.
53	„		„	„	„	„		27,5	0,56	0,56	7,7	7,8	3,49	3,53	102,5	104,5	39,5	11,25	
54	1874	(?)	unbedeut.	36,8	13,0	1033,3	156,6	33,5	0,51	0,53	8,5	8,7	1,43	1,48	40,0	41,3	45,0	11,12	Silic.-Stahl; unbenützt. Sch.-Abschn.
55	„	„	„	„	„	„	„	34,0	0,58	0,60	9,8	10,0	1,22	1,26	31,8	32,9	46,0	12,70	
56	1874	(?)	unbedeut.	36,8	13,0	1033,3	156,6	35,5	0,60	0,62	10,6	10,8	0,55	0,57	9,6	9,9	51,2	13,00	Silic.-Stahl; unbenützt. Sch.-Abschn.
57	„	„	„	„	„	„	„	35,5	0,65	0,67	11,5	11,7	0,59	0,61	10,3	10,6	50,0	8,45	
58	1874	(?)	unbedeut.	36,8	13,0	1033,3	156,6	35,0	0,62	0,64	10,8	11,0	0,62	0,64	10,8	11,1	48,0	7,50	Silic.-Stahl; unbenützt. Sch.-Abschn.
59	„	„	„	„	„	„	„	35,0	0,59	0,61	10,3	10,5	0,59	0,61	10,3	10,6	50,7	11,40	
60	1883	keine Er	fahrung.	36,8	13,0	1033,3	156,6	28,5	0,49	0,51	7,0	7,1	2,07	2,14	58,0	59,9	47,7	12,00	unbenützter Schienen-Abschnitt.
61	„	„ „	„	„	„	„	„	28,5	0,51	0,53	7,3	7,4	2,06	2,13	57,5	59,4	47,8	12,40	
62	1883	keine Er	fahrung.	36,8	13,0	1033,3	156,6	28,3	0,54	0,56	7,6	7,7	2,10	2,17	56,0	57,8	48,0	11,70	unbenützter Schienen-Abschnitt.
63	„	„ »	„	„	„	„	„	28,3	0,47	0,49	6,6	6,7	1,83	1,89	55,5	57,3	47,8	10,61	
64	1883	keine Er	fahrung.	36,8	13,0	1033,3	156,6	28,3	0,47	0,49	6,6	6,7	2,26	2,34	63,7	65,9	46,0	11,25	unbenützter Schienen-Abschnitt.
65	„	„ „	„	„	„	„	„	27,8	0,50	0,52	6,9	7,0	2,63	2,72	73,5	75,9	45,3	11,80	
66	1885	keine Er	fahrung.	36,8	13,0	1033,3	156,6	23,1	0,40	0,41	4,6	4,7	5,44	5,61	151,0	156,1	40,3	14,10	unbenützter Schienen-Abschnitt.
67	„	„ „	„	„	„	„	„	23,0	0,41	0,42	4,7	4,8	5,34	5,51	149,2	154,2	41,0	14,30	
68	1885	keine Er	fahrung.	36,8	13,0	1033,3	156,6	22,5	0,43	0,44	4,8	4,9	5,76	5,95	161,5	167,0	39,5	13,60	unbenützter Schienen-Abschnitt.
69	„	„ „	„	„	„	„	„	22,5	0,45	0,46	5,1	5,2	5,94	6,14	167,0	172,5	40,0	14,10	
70	1885	keine Er	fahrung.	36,8	13,0	1033,3	156,6	27,0	0,57	0,59	7,7	7,8	3,10	3,20	88,0	91,0	45,4	13,80	unbenützter Schienen-Abschnitt.
71	„	„ „	„	„	„	„	„	27,0	0,50	0,52	6,7	6,8	3,19	3,29	90,2	93,2	44,0	—	plötzlich gebrochen.

Die Zusammenstellungen sind genügend übersichtlich und bedürfen keiner weitern Erläuterung. Blos hinsichtlich der Columne „Verhalten im Betriebe“ sei folgende Bemerkung gestattet:

Die Angaben dieser Columne sind von zweifelhaftem Werthe, weil sie sich weder auf das Verhalten der Versuchsobjecte beziehen noch vom Verhalten solcher Schienen abgeleitet sind, die mit den geprüften Objekten ein und derselben Charge entstammen. Fragliche Angaben drücken das Gesammtverhalten einer Lieferung aus, welches durch die mechanischen Eigenschaften einiger, beliebig herausgegriffenen Schienen nicht zuverlässig gekennzeichnet werden kann. Auch sollten Schienenbrüche sowie die Grösse der Abnützung zahlenmässig, letztere reducirt auf eine bestimmte Verkehrs-Einheit ausgedrückt werden. Ungeachtet ihres zweifelhaften Werthes lassen wir indessen besagte Angaben stehen, weil durch sie im Grossen und Ganzen das Abhängigkeitsverhältniss zwischen dem Verhalten der Schienen im Betriebe und den Ergebnissen der Biegeprobe einigermassen zum Ausdrucke gelangt, und dieselbe dadurch mehr oder weniger rechtfertigt.

Die Resultate der Biegeproben sind in mehrfacher Beziehung von Interesse. Vor Allem bestätigen sie die Erwartung, es werde unter sonst gleichen Verhältnissen die Biegungsfähigkeit der Stahlschienen je nach Beschaffenheit des Materials sehr verschieden ausfallen. Mit wachsender Widerstandsfähigkeit des Materials gegen gewaltsame Formveränderung wächst in der That Elasticität und Bieggrenze und nimmt der Biegungspfeil und die Deformationsarbeit der Schiene bei irgend einer Belastung jenseits der Bieggrenze, bei welcher jedoch sowohl Bruch als der Beginn der Verbiegung (Windschiefwerden) zuverlässig ausgeschlossen sind, entsprechend ab. Je weicher und zäher das Material, je grösser unter sonst gleichen Verhältnissen die Deformationsarbeit. Für unser Versuchsmaterial wurde letztere sowohl für die jeweilige Bieggrenze, für eine Belastung von 35,0 *tn* als auch für den Bruch oder den deutlich ausgesprochenen Beginn der Verwindung (angezeigt durch den Rückgang der Luftblase der Libelle des Werder'schen Wagebalkens) bestimmt. Die Deformationsarbeit für die Bieggrenze ist für die grosse Praxis zu wenig characteristisch, diejenige beim Bruch, resp. bei Beginn der Verwindung musste wegen des Einflusses der Zufälligkeiten, die die vorzeitige Verwindung des Stabes bedingen (vergl, auch Seite 97 des Heftes,) als zur Vergleichung überhaupt unbrauchbar fallen gelassen werden.

Dagegen bringt die Deformationsarbeit (näherungsweise den Biegungspfeil) bei einer zwischenliegenden Belastung, die Widerstandsfähigkeit des Materials gegen Durchbiegung des Stabes, und soferne diese mit der Härte des Materials zusammenhängt, die Härteverhältnisse derselben vortrefflich zum Ausdrucke.

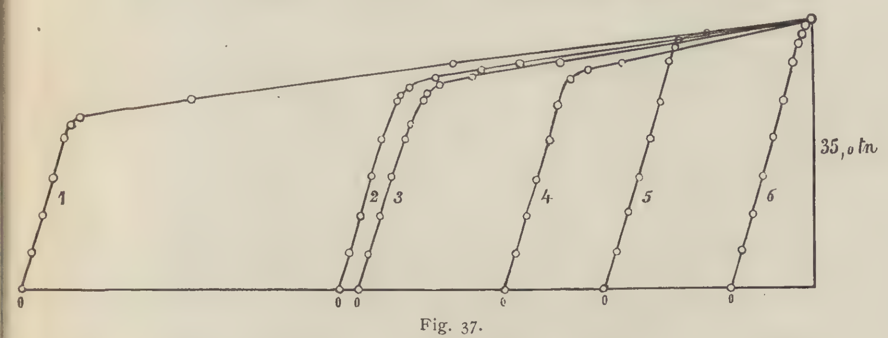


Fig. 37.

In vorstehender Figur, Fig. 37, sind die Deformationsdiagramme einiger Biegeproben mit Stahlschienen der schweizer. Centralbahn dargestellt. Es bezeichnet auf der Abscissenaxe o den Ausgangspunkt resp. Coordinaten-Ursprung für das betreffende Diagramm. Die gemeinsame End-Ordinate entspricht der angenommenen Grenzbelastung von 35,0 *tn*. Es gehört:

Diagramm No.	zur	**Biegeprobe** No.	für welche der	**Biegepfeil** in *cm*	die	**Def.-Arbeit** in *tcm*	
1		67		5,51		154,2	
2		52		3,29		93,3	
3		51		3,14		90,8	
4		60		2,14		59,9	
5		54		1,48		41,3	
6		56		0,57		9,9	beträgt.

Der grösste Werth des Biegepfeiles beträgt somit das 9,6 fache, die grösste Deformationsarbeit das 15,5 fache der kleinsten. Man sieht, dass der Pfeil der Biegungsarbeit nicht proportional ist, dass aber Biegungspfeil, wie insbesondere die Deformationsarbeit der Interpolation weite Spielräume bieten und dass somit die hier entwickelte Methode der Bestimmung der Stahlqualität für Schienenzwecke sich ganz besonders dann empfehlen wird, wenn für die bisherige Annahme, die Deformabilität des Schienenstahls verändere sich proportional dem Härtegrade des Materials, früher oder später ein exacter Beweis erbracht werden sollte. Wir sind der Ansicht, dass fragliche Nachweislieferung blos durch Versuche im Grossen, an Hand jahrelanger Beobachtungen entsprechend eingerichteter Probestrecken

geleistet werden kann. Wir werden in dieser Ansicht durch die Ergebnisse umfassender Versuche, die Härte unseres Schienenstahlmaterials durch den Widerstand bei dessen maschineller Bearbeitung zahlenmässig auszudrücken und dadurch eine Relation zwischen Härte und Biegungsfähigkeit zu schaffen bestärkt. Wir fanden nämlich, dass innerhalb der Härteunterschiede unseres Versuchsmaterials, der Effect der mechanischen Bearbeitung bei sonst gleichen Verhältnissen, nicht die gesuchte Härte, wohl aber die Güte des Werkzeugs zum Ausdrucke bringe, und dass bei ein und demselben Werkzeug die Leistung den Härtegrad nicht genügend scharf kennzeichne um eine widerspruchlose, zutreffende Schlussfolgerung zu gestatten.

Vielfach wird angenommen, die Grösse der Zugfestigkeit des Stahlmaterials bringe seine Dichte, insbesondere den Härtegrad und damit den Widerstand gegen Abnützung zum Ausdrucke. Auch wir haben uns die Frage nach den Beziehungen zwischen den Resultaten der Biegeproben und denjenigen der modernen Qualitätsprobe vorlegen und ihre Beantwortung, so weit dies unsere bescheidenen Mittel gestatten, in den Kreis unserer Untersuchungen ziehen müssen. Zu diesem Ende liessen wir aus 18, der vorangehend der Biegeprobe unterworfenen Schienenabschnitte, je einen normalen Rundstab aus der Kopfmitte, sowie einen Flachstab von c. 2,80 × 1,2 *cm* Querschnitt aus der Lauffläche in üblicher Weise herausarbeiten. Bei der Auswahl des Versuchsmaterials ist auf die extremen Resultate der Biegeprobe, auf eine genügende Zahl abstufender Zwischenglieder, sowie auf solche Schien-Individuen, die bei der Biegeprobe ein auffallendes Verhalten gezeigt hatten, gebührend Rücksicht genommen worden.

Die tabellarische Zusammenstellung auf Seite 248 und 249 gibt ein Bild über die gewonnenen Resultate.

Aus der genannten Zusammenstellung erhellt, dass mit wachsender Widerstandsfähigkeit gegen gewaltsame Durchbiegung des Schienenstahls, im Allgemeinen Streckgrenze und Zugfestigkeit des Materials wachsen, Contraction und Dehnungen abnehmen. Die Aenderungen dieser Grössen sind Dank dem schädlichen Einflusse, den kleine Unhomogenitäten, Fehler etc. in der an sich geringen Profilfläche des Probestabes ausmachen, keineswegs so regelmässig und entschieden als diejenigen der Ergebnisse der Biegeproben. Bei den Zerreissproben liegen die Grenzwerthe der Festigkeit zwischen 4,3 und 7,1 *tn* pro cm^2, während bei den gleichen Materialien und der angenommenen Belastung von 35 *tn* der Biegungspfeil

zwischen 0,51 und 8,10, die relative Deformationsarbeit zwischen 8,9 und 247,9 *tcm* schwankt, somit wesentlich besser als die unsichere Zugfestigkeit geeignet ist, zur Feststellung jener Härteverhältnisse benutzt zu werden, die vom Standpunkt der Betriebs-Oeconomie erwünscht erscheinen muss.

Bei Durchsicht der Zusammenstellungen der Resultate der Biegeproben überrascht zunächst die relativ grosse Zahl der während der Versuche gebrochenen Schienenabschnitte. Auf 71 Biegeproben entfallen 8 d. h. 11,3 % solcher Brüche. Die Ursache dieser Brüchigkeit der Stahlschienen aufzuklären liessen wir aus 5 der gebrochenen Schienenabschnitte Zerreissproben u. z. ähnlich wie vorher, je einen Rundstab aus der Kopfmitte und einen Flachstab aus der Lauffläche herausarbeiten, gleichzeitig aber auch die chemischen Analysen der Materialien anfertigen. Folgende Zusammenstellung gibt nähern Aufschluss über den Befund dieser speciellen Untersuchung:

a. **Ergebnisse der chemischen Analysen**

ausgeführt durch Prof. Dr. Treadwell.

Lauf. No.	No. d. Biege-Probe	Kohlenstoff in %	Mangan in %	Silicium in %	Phosphor in %	Schwefel in %
1	13	0,441	0,854	0,167	0,111	0,088
2	32	0,292	0,522	0,101	0,132	0,068
3	44	0,183	0,643	0,006	0,219	0,058
4	47	0,259	0,539	0,006	0,220	0,048
5	71	0,267	0,533	0,007	0,109	0,054

b. **Ergebnisse der Zerreissproben.**

Lauf. No.	Ort. der Entnahme der Probe	Streckgrenze *t* pro *cm*²	Zugfestigkeit *t* pro *cm*²	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 *cm*	Qual. Coeff. n. Tetmayer	Bemerkungen
1.	Lauffläche	3,18	5,87	24,9	18,5	1,09	—
	Kopfmitte	3,25	5,95	40,9	21,5	1,28	—
2.	Lauffläche	3,91	5,99	37,0	20,1	1,20	—
	Kopfmitte	3,89	5,95	44,0	20,1	1,20	—
3.	Lauffläche	3,00	5,20	12,0	10,0	0,52	unganz
	Kopfmitte	3,10	5,70	29,0	18,5	1,05	
4.	Lauffläche	2,99	3,64	0,0	3,0	0,11	blasig
	Kopfmitte	3,62	4,24	0,0	3,7	0,15	„
5.	Lauffläche	3,19	4,33	5,9	5,8	0,25	„
	Kopfmitte	3,45	5,40	10,7	10,8	0,58	„

Die chemische Zusammensetzung erklärt das Verhalten der betreffenden Schienen bei den Biegeproben und weist neuerdings auf die Nothwendigkeit, die fremden, schädlichen

Vergleichende Zusammen-

einiger Biege- und Zerreiss-

№	Schienen		Trägheits-	Widerstands-	Belastung	Durchbiegung *cm*		Durchbiegung *cm*		Defor. Arbeit *cm t*		Ort der Entnahme der Zugprobe.
	Gewicht *kg* p. l. *m*	Höhe *cm*	Moment in *cm*		*t*	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	
					an der Bieggrenze.			bei 35 *t* Belastung.				
1	35,74	13,00	1025,0	155,0	38,0	0,56	0,57	0,50	0,51	8,7	8,9	Lauffläche
2												Kopfmitte
3	35,74	13,00	1025,0	155,0	34,0	0,47	0,48	0,52	0,53	9,1	9,3	Lauffläche
4												Kopfmitte
5	36,80	13,00	1033,0	156,6	35,5	0,60	0,62	0,55	0,57	9,6	9,9	Lauffläche
6												Kopfmitte
7	36,60	13,00	1044,5	158,5	33,0	0,49	0.51	0,62	0,65	13,5	14,1	Lauffläche
8												Kopfmitte
9	33,45	12,75	894,0	139,3	31,0	0,52	0,46	0,99	0,88	24,0	21,4	Lauffläche
10												Kopfmitte
11	36,10	13,00	968,5	146,9	30,0	0,44	0,43	1,06	1,03	28,3	27,4	Lauffläche
12												Kopfmitte
13	36,60	13,00	1044,5	158,5	32,0	0,47	0,49	1,33	1,39	36,0	37,6	Lauffläche
14												Kopfmitte
15	36,00	13,00	1030,0	157,3	28,0	0,40	0,41	1,49	1,53	42,0	43,2	Lauffläche
16												Kopfmitte
17	36,00	13,00	1030,0	157,3	27,0	0,41	0,42	1,64	1,69	44,5	45,8	Lauffläche
18												Kopfmitte
19	37,25	13,00	1031,8	156.0	28,0	0,43	0,44	1,69	1,73	48,2	48,8	Lauffläche
20												Kopfmitte
21	36,80	13,00	1033,3	156,6	28,5	0,49	0,51	2,07	2,14	58,0	59,9	Lauffläche
22												Kopfmitte
23	33,45	12,75	894,0	139,3	25,0	0,41	0,37	2,11	1,89	58,0	51,9	Lauffläche
24												Kopfmitte
25	33,45	12,75	894,0	139,0	25,0	0,42	0,37	3,00	2,68	87,5	78,2	Lauffläche
26												Kopfmitte
27*	36,80*	12,80*	1020,0*	—	27,5	0,55	0,56	3,23	3,29	92,0	93,8	Lauffläche
28												Kopfmitte
29	33,45	12,75	894,0	139,0	24,0	0,39	0,35	3,96	3,54	114,5	102,5	Lauffläche
30												Kopfmitte
31	33,45	12,75	894,0	139,0	23,0	0,35	0,31	5,17	4,63	152,0	136,0	Lauffläche
32												Kopfmitte
33	36,80	13,00	1033,3	156,6	22,5	0,43	0,44	5,76	5,95	161,5	167,0	Lauffläche
34												Kopfmitte
35	36,60	13,00	1044,5	158,5	22,5	0,33	0,34	7,75	8,10	237,0	247,9	Lauffläche
36												Kopfmitte

*) Schiene war um 0,2 *cm* abgelaufen.

tellung der Resultate.

robben mit Stahlschienen.

reck-renze t ro cm^2	Zug-festig-keit t p. cm^2	Con-trac-tion %	Dehnung pro 10 cm %	Dehnung pro 20 cm %	Qualitäts-Coëfficient nach Tetmajer.	Bemerkungen
4,75	6,50	48,0	26,5	21,4	1,39	Siliciumstahl; fehlerfrei.
4,85	6,60	48,5	27,6	20,8	1,38	" "
4,46	7,05	33,2	20,4	16,0	1,13	Fehlerfrei.
4,06	6,71	40,6	28,2	20,9	1,40	"
4,21	5,95	48,8	25,0	19,7	1,17	$C = 0{,}160\%$; $Mn = 0{,}745\%$; $Si = 0{,}403\%$; $P = 0{,}176\%$; $S = 0{,}062\%$.
4,46	6,25	51,0	27,2	20,6	1,29	
4,15	6,50	40,6	25,0	20,3	1,30	
4,05	5,46	48,0	4,0	4,0	0,22	Schwammig-poröse Stelle am Stabrand.
4,55	6,80	42,5	24,3	20,1	1,37	Fehlerfrei.
4,00	6,43	47,6	29,0	22,0	1,41	"
4,18	7,10	30,5	22,0	18,0	1,27	$C = 0{,}520\%$; $Mn = 0{,}602\%$; $Si = 0{,}089\%$; $P = 0{,}087\%$; $S = 0{,}074\%$.
3,46	6,50	39,5	24,0	20,3	1,32	" " " " "
3,91	5,99	37,0	25,3	20,1	1,20	Bruchfläche zeigt eine hellglänzende Partie.
3,89	5,95	44,4	25,6	20,1	1,20	$C = 0{,}292\%$; $Mn = 0{,}522\%$; $Si = 0{,}101\%$; $P = 0{,}132\%$; $S = 0{,}068\%$.
3,50	5,80	49,5	29,4	24,0	1,39	Fehlerfrei.
3,66	6,08	45,0	30,5	25,4	1,54	"
3,43	6,20	32,3	24,8	20,2	1,25	"
3,50	6,38	5,5	7,6	6,8	0,43	Manganstahl.
3,18	5,87	24,9	21,7	18,5	1,09	"
3,25	5,95	40,9	26,3	21,5	1,28	Bruchfläche zeigt eine kleine poröse Stelle.
3,50	5,46	36,1	26,7	21,9	1,19	$C = 0{,}441\%$; $Mn = 0{,}854\%$; $Si = 0{,}167\%$; $P = 0{,}111\%$; $S = 0{,}088\%$.
3,28	5,50	38,3	26,8	22,0	1,21	$C = 0{,}234\%$; $Mn = 0{,}655\%$; $Si = 0{,}214\%$; $P = 0{,}117\%$; $S = 0{,}068\%$.
3,70	6,10	31,1	27,6	22,0	1,34	
3,68	6,19	46,6	28,0	21,5	1,33	
2,99	3,64	—	—	—	—	$C = 0{,}259\%$; $Mn = 0{,}539\%$; $Si = 0{,}006\%$; $P = 0{,}220\%$; $S = 0{,}048\%$.
3,62	4,24	—	—	—	—	Plötzlicher Bruch; Bruchfläche unganz **).
3,62	4,33	—	—	—	—	Plötzlicher Bruch.
2,89	4,61	47,5	30,0	23,1	1,07	$C = 0{,}157\%$; $Mn = 0{,}253\%$; $Si = 0{,}026\%$; $P = 0{,}158\%$; $S = 0{,}056\%$.
3,30	5,51	42,0	28,7	23,3	1,28	
3,13	5,48	39,0	27,9	21,9	1,19	
3,35	4,88	11,7	12,9	12,0	0,58	Blasig-schwammig **).
3,34	4,65	2,8	3,0	3,0	0,14	" "
2,70	4,90	29,2	24,5	20,2	0,99	Bruchfläche zeigt hellglänzende Einlagerungen.
2,69	4,97	19,3	17,7	15,1	0,75	$C = 0{,}281\%$; $Mn = 0{,}483\%$; $Si = 0{,}004\%$; $P = 0{,}064\%$; $S = 0{,}044\%$.
3,30	4,38	61,5	30,3	21,2	0,93	localweich.
3,04	4,45	52,5	35,5	28,5	1,27	normal; fehlerfrei.

**) Die Blasen des Gussblocks reichen bis auf 1,0 cm unter die Lauffläche. Probestäbe No. 25 und 31 n normale Dicke (1,2 cm), enthielten aber noch eine Reihe einseitig situirter, schwammig-poröser Stellen. ere treten besonders zahlreich in den aus der Schienenkopfmitte entnommenen Proben auf.

Beimengungen des Schienenstahls durch Feststellung zulässiger, oberer Grenze einzudämmen. Bemerkenswerth ist übrigens die früher schon constatirte Thatsache, dass fehlerhaft zusammengesetztes, an sich brüchiges Material brillante Zerreissproben liefert, somit zu Trugschlüssen Veranlassung geben kann. 50 % der vorstehenden Zerreissproben sind tadellos, während die chemische Analyse und das Verhalten der Schienen bei den Kaltbiegeproben über den Werth des Materials kaum Zweifel übrig lassen.

Die an ganzen, tadellos gewalzten, fehlerfreien Gebrauchstücken ausgeführte Biegeprobe gibt somit in der Deformationsarbeit, angenähert im Biegungspfeil bei einer bestimmten Belastung jenseits der Bieggrenze, bei welcher jegliche Verminderung des Stabes noch zuverlässig ausgeschlossen ist nicht nur ein charakteristisches Bild über jene Verhältnisse, die die Biegungsfähigkeit (möglicher Weise die Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiss durch Abnutzung) des Materials beeinflussen, sondern gestattet durch Beobachtung des Verhaltens des Stabes bei den weiter bis zur gänzlichen Verwindung gesteigerten Belastungen ein zutreffenderes Urtheil bezüglich Materialbeschaffenheit (Qualität) zu gewinnen, als dies an Hand der modernen Zerreissprobe möglich scheint.

Endgültige Vorschriften zu Biegeproben können derzeit nicht gegeben werden. Immerhin müssen wir den mit der Abfassung der Pflichthefte betrauten technischen Organen unserer Bahnverwaltung rathen, die Biegeprobe auf den Werken fortan u. z. nicht wie das sonst üblich, mit einem bestimmten Procentsatz der gestellten Waare, sondern chargenweise an tadellosen, exact gerade gerichteten Schienenenden (Abfall) vornehmen zu lassen. Wird bei diesem Prüfungsvorgange eine verbummelte Charge angetroffen, so stellt man diese dem Producenten zur Verfügung. Man entgeht dem Spiele des blinden Zufalls und wird dadurch weder den Fabrikanten schädigen, noch Waare kaufen, die eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit in sich birgt.

Biegeproben wären folgender Massen zu organisiren:

a) Zur Biegeprobe sind nur tadellose, sorgfältig gerichtete Schienabschnitte von ca. 1,2 *m* Länge zu verwenden;

b) die freie Stützweite soll 1,0 *m* betragen;

c) Die Auflagerung der zu prüfenden Schienabschnitte hat auf stählernen, mit 3,0 *cm* Durchmesser abgerundeten Schneiden zu erfolgen.

Gleiche Form und Abmessung ist auch der Angriffsschneide zu geben.

d) Der Kraftangriff erfolgt auf die Kopfmitte.

e) Bei einer Spannung von 3,0 *t* pro *cm*² in der äussern Faser des Profils darf eine merkliche, bleibende Durchbiegung des Stabes nicht eintreten. Zur Controle belaste man den Stab während 10 Minuten mit

$$P = 12{,}0 \frac{W}{l} \text{ in } t,$$

wenn W das Widerstandsmoment des Profils und l die Stützweite in *cm* bezeichnet. Nach Wegnahme der Belastung muss der Stab seine ursprüngliche Form wieder annehmen.

f) Hierauf steigere man die Belastung allmälig bis zu einer Spannung von 5,0 *t* pro *cm*² der äussersten Faser des Profils und erhebe wo immer möglich automatisch Durchbiegung und die Deformationsarbeit des Stabes bei dieser Belastung.

Bezeichnet nach wie vor

W in *cm* das Widerstandsmoment des Schienprofils,

l in *cm* (= 100) die Stützweite des Prüfungsobjectes,

so ist nach Erledigung der sub e) vorgeschriebenen Controle, die Belastung der Schiene bis auf:

$$P = 20{,}0 \frac{W}{l} \text{ in } t$$

zu steigern, inzwischen das Diagramm der Biegungsarbeit (oder dessen Elemente) und schliesslich der totale Biegungspfeil aufzunehmen.

g) Die Belastung ist hierauf bis zum ausgesprochenen Beginn der Verwindung des Stabes zu steigern. Dabei darf ein Bruch der Schiene nicht eintreten.

Nachtrag

zu den reducirten Qualitätsproben mit Schienenstahl; Seite 229.

№	Lieferant	Jehs der Liefe-rung	ϱ Streckgrenze t pro cm^2	β Zugfestigkeit t pro cm^2	Verhältniss $\frac{\beta}{\varrho}$	φ Contraction in %	λ_1 Dehnung in % pro 10 cm urspr. Länge	λ_2 Dehnung in % pro 20 cm urspr. Länge	Verhältniss $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitätscoeffic. c in t u. cm.	Bemerkungen
				Antragsteller: **Schweiz. Nord-Ost-Bahn.**								
178	De Wendel & Co.	1886	3,60	6,65	1,85	34,9	18,8	14,4	1,30	101,4	0,96	Lauffläche.
179	Hayange.		2.73	6,30	2,31	34,7	19,5	15,2	1,28	97,7	0,96	Fuss.
180	"	"	3,77	7,00	1,86	30,2	18,8	15,6	1,20	100,2	1,07	Lauffläche.
181			3,74	6,60	1,76	35,3	20,6	15,9	1,29	101,3	1,05	Fuss.
182	"	"	4,75	7,40	1,56	35,8	15,6	13,3	1,17	109,8	0,98	Lauffläche.
183			3,98	6,90	1,73	42,9	20,6	15,7	1,31	111,9	1,08	Fuss.
184	"	"	3,76	6,53	1,74	24,4	15,0	12,9	1,16	89,7	0,84	Lauffläche.
185			3,73	6,45	1,73	44,1	23,9	16,9	1,41	108,6	1,09	Fuss.
186	"	"	4,00	7,12	1,78	33,5	19,9	15,8	1,26	104,7	1,13	Lauffläche.
187			3,58	6,70	1,87	32,1	20,3	15,8	1,28	99,1	1,06	Fuss.
188	"	"	3,84	7,10	1,85	30,1	22,0	18.0	1,22	101,1	1,28	Lauffläche.
189			3,82	6,78	1,77	35,3	24,8	20,4	1,21	103,1	1,38	Fuss.
190	"	"	3,78	7,01	1,85	unsich.	19,4	15,9	1,22	unsich.	1,12	Lauffläche.
191			3.83	6,91	1,80	31,6	22,5	19,4	1,16	100,7	1,34	Fuss.
192	"	"	3,69	6,64	1,80	11,8	11,2	10,8	1,04	78,2	0,72	Lauffläche.
193			3,66	6,58	1,80	32,5	23,2	18,6	1.25	98,3	1,22	Fuss.
194	"	"	3,68	6,79	1,84	26,5	20,8	16,8	1,24	94,4	1,14	Lauffläche.
195			3,64	6,67	1,83	36,4	25,5	20,7	1,23	103,1	1,38	Fuss.
196	"	"	3,82	6,79	1,78	18.3	18,0	17,0	1,06	86,2	1,15	Lauffläche.
197			3,75	6,67	1,78	32,5	23,5	20,7	1,13	99,2	1,38	Fuss.

Die Schienen der Probe Nr. 178, 179 und 184, 185 entstammen der nämlichen Charge. Das Material dieser Schienen sowie dasjenige der Proben Nr. 186 und 187 wurde hier analysirt und ergab im Mittel aus 2 Versuchen für:

Nr.		Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel
178 u. 184	:	0,509 %	0,779 %	0,017 %	0,096 %	0,031 %
186 u. 187	:	0,481 %	0,776 %	0,008 %	0,098 %	0,033 %

II. Abtheilung.

Bronce und Kupfer.

Aus der Reihe der Festigkeitsproben mit Bronce und Kupfer, die im Laufe der letzten Jahre im eidgen. Festigkeitsinstitute ausgeführt wurden, verdienen blos einige wenige veröffentlicht zu werden. Zu diesen gehören vor allem die auf Antrag des Hrn. Oberstlt. Roth, Schiessofficier der Eidgenossenschaft, mit einer ca. 8 % Kanonenbronce der schweizerischen Artillerie zu wiederholten Malen ausgeführten Versuche. Die eine Serie dieser Versuche, vgl. Seite 31 dieses Heftes, bezweckte die Feststellung der Wirkung der Compressionsdorne bei Dichtung der Rohrwandungen nach dem Uchatius'schen Verfahren, während die andere lediglich zur nähern Prüfung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse des uncomprimirten Materials an verschiedenen Stellen des Geschützes diente.

1. Resultate der Untersuchung des Einflusses der Compression nach Uchatius auf das 8 % Kanonenmetall.

Ueber die Art der Entnahme, Appretur, sowie über die Art der Einspannung der Probekörper und die Methode der Prüfung ihrer Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse ist auf Seite 32 bis 35 Näheres mitgetheilt. Fig. 10 gibt insbesondere Aufschluss über die Lage und Bezeichnung der Proben im Geschützrohr. Man sieht, die alphabetische Reihenfolge der Buchstaben bezeichnet die Lage der Ringe im Rohr, aus welchen die Proben herausgearbeitet wurden. *A* gehört dem Bodenstück, *B* dem Zapfenstück an. Hierauf folgen die Ringe *C*, *D* und schliesslich *E*, welch' letzterer der Rohrmündung angehört. Die Ringe *D* und *E* lieferten wegen der relativ geringen Wandstärke des Geschützrohrs in der Nähe der Mündung blos zwei diametral situirte Proben, während das Bodenstück *A* deren 6 herauszuarbeiten gestattete.

In folgender Zusammenstellung der Resultate gibt die mittlere Doppellinie die Lage der Bohrung des Geschützes an. Die Numeration ist derart gewählt, dass I beziehungsweise Iª die Proben eines Ringes aus der Nähe der Bohrung, II resp. III die Proben aus der Nähe der Rohroberfläche bezeichnen.

Ring sign. A (Bodenstück).

Bezeichnung		III	II	I	Iª	IIª	IIIª
Elasticitätsmodul	ε *t* pr. cm^2	1159,0	1064,0	1092,0	1105,0	1121,0	1139,0
Grenzmodul	γ *t* „ „	0,30	0,56	0,90	0,90	0,37	0,30
Streckgrenze	σ *t* „ „	—	—	—	—	—	—
Zugfestigkeit	β *t* „ „	2,97	3,11	3,19	3,05	3,08	3,15
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %	52,0	51,3	15,6	10,8	49,8	64,1
„ „ 20 *cm*	λ_2 in %	49,0	48,8	14,5	10,6	46,0	59,6
Spec. Arbeitscapac.	α in *t cm.*	1,31	1,32	0,47	0,30	1,27	1,58

Ring sign. B (Zapfenstück).

Bezeichnung		III	II	I	Iª	IIª	IIIª
Elasticitätsmodul	ε *t* pr. cm^2		1151,0	1127,0	1124,0	1150,0	
Grenzmodul	γ *t* „ „		0,43	0,88	0,89	0,30	
Streckgrenze	σ *t* „ „		—	—	—	—	
Zugfestigkeit	β *t* „ „		3,24	3,19	3,26	3,25	
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %		49,4	16,2	17,2	56,5	
„ „ 20 *cm*	λ_2 in %		46,2	14,3	18,0	52,2	
Spec. Arbeitscapac.	α in *t cm.*		1,31	0,49	0,51	1,59	

Ring sign. C.

Bezeichnung		III	II	I	Iª	IIª	IIIª
Elasticitätsmodul	ε *t* pr. cm^2		1133,0	1145,0	1146,0	1141,0	
Grenzmodul	γ *t* „ „		0,43	0,89	0,93	0,37	
Streckgrenze	σ *t* „ „		—	—	—	—	
Zugfestigkeit	β *t* „ „		3,27	3,25	3,26	3,26	
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %		62,0	21,8	20,5	56,6	
„ „ 20 *cm*	λ_2 in %		61,2	20,4	19,2	56,0	
Spec. Arbeitscapac.	α in *t cm.*		1,70	0,64	0,61	1,52	

Bezeichnung		III	II	I	Iᵃ	IIᵃ	IIIᵃ
Ring sign. D.							
Elasticitätsmodul	ε *t* pr. *cm*²			1152,0	1145,0		
Grenzmodul	γ *t* „ „			0,50	0,43		
Streckgrenze	σ *t* „ „			—	—		
Zugfestigkeit	β *t* „ „			3,38	3,28		
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %			61,5	54,7		
„ „ 20 *cm*	λ_2 in %			58,9	52,4		
Spec. Arbeitscapac.	α in *t cm.*			1,73	1,53		
Ring sign. E.							
Elasticitätsmodul	ε *t* pr. *cm*²			1121,0	1111,0		
Grenzmodul	γ *t* „ „			0,30	0,37		
Streckgrenze	σ *t* „ „			—	—		
Zugfestigkeit	β *t* „ „			3,22	3,24		
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %			53,9	59,3		
„ „ 20 *cm*	λ_2 in %			49,8	54 0		
Spec. Arbeitscapac.	α in *t cm.*			1,44	1,65		

Bemerkung. Die Ringe D und E sind offenbar nicht fertig comprimirt; Ring E scheint überhaupt nicht comprimirt zu sein.

2. Prüfung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse der uncomprimirten Kanonenbronce.

Zur Feststellung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse des uncomprimirten Kanonenmetalls an extremen Stellen des Geschützrohrs, liess Hr. Oberstlt. Roth von 2 abgedrehten, bereits noch ungebohrten 15 *cm* Positionsgeschützen je eine Vollscheibe an der Rohrmündung, eine andere am Bodenstück abstechen und aus diesen Zerreissproben herausarbeiten. Jede Vollscheibe von der Mündung gab 4, diejenige vom Boden 6 Probekörper. Die Entnahme der Probekörper geschah transversal zur Rohraxe, d. h. die Ebene der Axen aller aus einer Scheibe herausgeschnittenen Probestäbe stand senkrecht zur Rohraxe. In folgenden Zusammenstellungen der Resultate sind nach wie vor mit I und Iᵃ die Probestäbe einer Scheibe entnommen seitlich dem Centrum (Scheibenmitte), mit II und IIᵃ die folgenden, mit III und IIIᵃ die meist ganz kurzen Stäbe nächst der Rohrwand bezeichnet. Die mit * bezeichneten Proben hatte Hr. Prof. Bauschinger die Güte der Controle willen auszuführen.

Geschützrohr Nr. 1.

a. **Bodenstück.**

Bezeichnung		III	II	I	I[a]	II[a]	III[a]
Elasticitätsmodul	ε *t* pr. cm^2	— †)	1190,0*	1151,0*	1176,0	1210,0	— †)
Grenzmodul	γ „ „ „	— †)	0,72 *	0,52 *	0,59	0,74	— †)
Streckgrenze	σ „ „ „	1,30	1,20 *	1,10 *	1,13	1,21	1,30
Zugfestigkeit	β „ „ „	3,30	3,34 *	3,17 *	3,28	3,28	3,30
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %	66,7	70,0 *	55,6 *	62.8	61,60	54,0
„ „ 20 „	λ_2 „ „	61,4	69,8 *	52,0 *	58,2	55,8	47,5
Contract. (angenähert)	φ „ „	60,0	61,0 *	51,0 *	52,2	60.7	59.2

b. **Mündungsstück.**

Bezeichnung		III	II	I	I[a]	II[a]	III[a]
Streckgrenze	σ *t* pr. cm^2		(unsicher)	1,53	1,53	(unsicher)	
Zugfestigkeit	β „ „ „		3,70	3,53	3,53	3,66	
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %		— †)	54,3	53,7	— †)	
„ „ 20 „	λ_2 „ „		— †)	52,2	50,3	— †)	
Contract. (angenähert)	φ „ „		54,6	49,9	49,9	55,3	

Positionsgeschütz Nr. 2.

a. **Bodenstück.**

Bezeichnung		III	II	I	I[a]	II[a]	III[a]
Elasticitätsmodul	ε *t* pr. cm^2	—	1160,0*	1168,0*	1200,0	1132,0	—
Grenzmodul	γ „ „ „	—	0,72 *	0,52 *	0,57	0,76	—
Streckgrenze	σ „ „ „	1,44	1,20 *	1,10 *	1,14	1,20	1,44
Zugfestigkeit	β „ „ „	3,14	3,25 *	3,07 *	3,08	3,25	3,12
Dehnung pro 10 cm^2	λ_1 in %	60,5	58,2 *	51,9 *	53,0	65,1	38,7
„ „ 20 „	λ_2 „ „	55,2	52,7 *	45,7 *	48,7	62,9	34,8
Contract. (angenähert)	φ „ „	61,7	66,0 *	65,0 *	57,9	67,5	46,9

b. **Mündungsstück.**

Bezeichnung		III	II	I	I[a]	II[a]	III[a]
Streckgrenze	σ *t* pr. cm^2		1,66	1,61	1,57	1,77	
Zugfestigkeit	β „ „ „		3,66	3,61	3,60	3.66	
Dehnung pr. 10 *cm*	λ_1 in %		— †)	61,2	57,9	— †)	
„ „ 20 „	λ_2 „ „		— †)	60,3	54,9	— †)	
Contraction	φ „ „		51,1	46,9	50,6	55,3	

†) Wegen Kürze der Stäbe zur Messung nicht geeignet.

3. Resultate der Prüfung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse einer Manganbronce.

№	Lieferant	Elasticit.-modul t pro cm^2	Grenzmodul t pro cm^2	Streck-grenze t pro cm^2	Zugfestigkt. t pro cm^2	Contraction in %	Dehnung in % pro 10 cm	Dehnung in % pro 20 cm	Bemerkungen
	Antragsteller: Oberst **Bluntschli,** Zürich.								
1	C. Heusler, Gehr.	1443,0	0,65	c. 1,10	2,72	42,8	38,9	32,9	Poröse Stelle im Bruch
2	Bonn.	1393,0	0,86	c. 1,40	2,98	41,0	31,9	28,1	Kern porös.
3		1357,0	0,87	c. 1,41	2,93	39,6	31,4	27,2	Porös. Stelle im Bruch
4		1353,0	0,77	c. 1,30	3,15	41,8	36,9	31,4	" " " "

---

4. Der Stauchapparat und seine Anwendung.

Mitgetheilt von Hrn. Schenker, Chef der eidg. Munitionscontrole.

Die Messung der bei der Verbrennung der Pulverladung in Geschützen und Gewehren entstehenden Spannung oder Gasdruck geschieht in der Schweiz wie in den meisten Staaten mit dem sog. Stauchapparat, crusher gange oder écraseur von Noble.

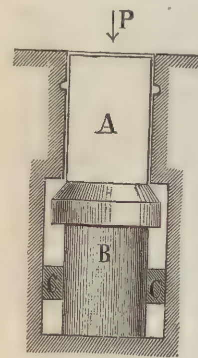


Fig. 38.

Die einfache und wenig Raum beanspruchende Einrichtung, die Leichtigkeit der Anbringung und bequeme Handhabung geben diesem vor andern zu gleichem Zweck construirten Apparaten den Vorzug. Der Stauchapparat besteht aus dem Stempel A, dem Kupfercylinder B und dem Centrirring C, vergl. Fig. 38. Der Stempel aus gehärtetem Stahl gefertigt, geht schliessend in seiner Führung und ist nach hinten mit einer Verstärkung versehen.

Man gibt dem Stempel in der Regel einen Durchmesser von 11,1 *mm*, dessen Querschnitt beträgt dann 0.9675 Quadratcentimeter und entspricht ein Kilogramm Druck somit stets einer Atmosphäre = 1,033 *kg* pro cm^2.

Der Durchmesser des Stempels kann aber auch kleiner oder grösser gewählt werden, je nachdem es für den speciellen

Fall seiner Anwendung zweckmässig erscheint. In diesem Fall berechnet sich der Gasdruck, wenn P den Druck und δ den Durchmesser des Stempels bedeutet:

$$T = \frac{4\,P}{\delta^2\,\pi} \text{ in } kg = 1{,}233\,\frac{P}{\delta^2} \text{ in Atmosphären pro } cm^2.$$

Die Kupfercylinder haben für die gewöhnlichen Gasdruckmessungen einen Durchmesser von 10 *mm* und eine Höhe von 15 *mm*. Bei sehr grossem oder auch kleinem Druck können diese Dimensionen entsprechend modificirt, bei sehr kleinem Druck eventuell durch Bleicylinder ersetzt werden.

Die Centrirung wird durch einen passenden Kautschukring oder auch durch eine Spiralfeder bewirkt und soll die Axe des Kupfercylinders in die Verlängerung der Axe des Stempels fallen.

Für den Gebrauch wird der Apparat in die Bodenparthie oder Seitenwandung der Waffe mit der für jeden speciellen Fall erforderlichen Modification eingepasst; das Princip des Apparates bleibt sich aber immer das gleiche. Der Stempel muss fest gegen den Kupfercylinder anliegen, da sonst die Wirkung eine stossartige und die Messung fehlerhaft würde. Durch Aufstreichen von Fett auf den Stempel soll das Eindringen der Pulvergase zum Kupfercylinder verhindert werden. Beim Schuss drücken die Gase auf den Stempel und durch diesen auf den Kupfercylinder, der dadurch eine Verkürzung erleidet. Aus der gefundenen Verkürzung des Cylinders durch Nachmessen der Höhe oder Länge vor und nach dem Schuss wird dann auf den in der Waffe herrschenden Druck geschlossen.

Zur Beurtheilung des stattgefundenen Druckes oder Gasspannung wurden nun eine Anzahl solcher Kupfercylinder bei wachsendem Druck z. B. 200, 400, 600 u. s. f. Kilogr. mittelst der Werder'schen Festigkeitsmaschine gepresst resp. gestaucht und die dadurch bewirkten Verkürzungen bestimmt. Aus den erhaltenen Resultaten wurde dann durch Interpolation oder auf graphischem Wege der Zwischenwerth berechnet und in eine Tabelle zusammengestellt, aus der ohne Weiteres für jede gefundene Verkürzung der entsprechende Druck abgelesen werden kann. (Eine auf angegebene Weise angefertigte Tabelle folgt am Schlusse.)

Die für die gewöhnlichen Druckmessungen in Waffen zur Verwendung kommenden Kupfercylinder werden zudem noch bis nahezu auf den zu erwartenden Druck z. B. 1000, 1500, 1800 Atmosphären vorgepresst. Beim Schuss ergibt

sich dann noch eine weitere Verkürzung, zu der aus der Tabelle der zugehörige Ueberdruck bestimmt wird. Diesen addirt zum geübten Druck der Vorpressung ergibt alsdann den im Geschütz oder Gewehr thätig gewesenen Gesammtdruck.

Das für die Cylinder in Verwendung kommende Kupfer soll von bester Qualität und sorgfältig ausgeglüht sein. Weil jedoch das Metall verschiedener Lieferungen nicht immer von absolut gleicher Beschaffenheit, erscheint es angezeigt, bei jeder Lieferung durch Pressen einer Anzahl Cylinder bei wachsendem Druck die aufgestellte Tabelle zu verificiren.

Wie bei der Erzeugung der Kupfercylinder, so auch bei den Versuchen resp. deren Pressungen ist darauf zu achten, dass deren Druckflächen immer parallel zu einander bleiben.

Tabelle für den Stauchapparat

mit Stempel von 11,1 *mm* Durchmesser und Kupfercylinder von 15 *mm* Länge und 10 *mm* Durchmesser.

Verkürzung der Kupfercylinder *mm*	Druck in *kg* und Atm.	Differenz	Verkürzung der Kupfercylinder *mm*	Druck in *kg* und Atm.	Differenz
0,1	380	—	2,4	2310	60
0,2	550	170	2,5	2370	60
0,3	680	130	2,6	2430	60
0,4	790	110	2,7	2490	60
0,5	890	100	2,8	2550	60
0,6	980	90	2,9	2610	60
0,7	1070	90	3,0	2670	60
0,8	1160	90	3,1	2730	60
0,9	1245	85	3,2	2790	60
1,0	1330	85	3,3	2850	60
1,1	1415	85	3,4	2910	60
1,2	1495	80	3,5	2970	60
1,3	1575	80	3,6	3030	60
1,4	1650	75	3,7	3090	60
1,5	1720	70	3,8	3150	60
1,6	1790	70	3,9	3205	55
1,7	1860	70	4,0	3260	55
1,8	1925	65	4,1	3315	55
1,9	1990	65	4,2	3370	55
2,0	2055	65	4,3	3425	55
2,1	2120	65	4,4	3480	55
2,2	2185	65	4,5	3535	55
2,3	2250	65	—	—	—

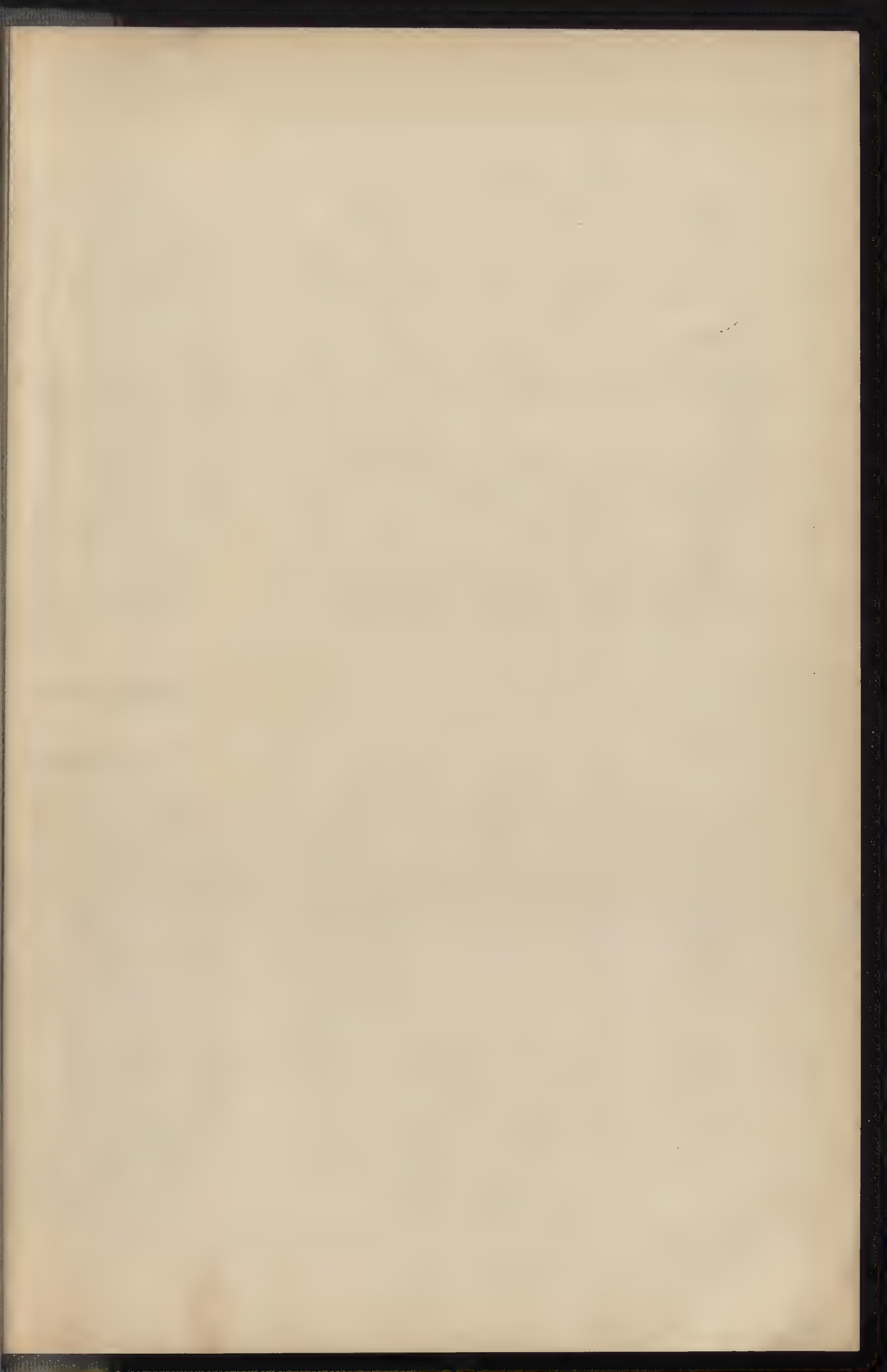
5. Qualitätsproben mit Kupfer.

Kupfer u. z. in Rundstab- als auch in Blechform entsprechend der Verwendung des Materials zu Stehbolzen und Feuerbüchsen der Locomotiven wurde im eidg. Festigkeitsinstitut wiederholt zur Prüfung der Qualität eingereicht. Speciell hat die schweiz. Locomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur, die ihren Bedarf an Kupfer von der „Société pour la fabrication des métaux" (ancien J. J. Laveissiere et fils) bezieht, grössere Lieferungen der letzten Jahre regelmässig auf Qualität prüfen lassen. Die gewonnenen Resultate sind nahezu identisch, wesshalb wir uns auf Angabe einiger Grenz- und Durchschnittswerthe derselben beschränken dürfen. Folgende Zusammenstellung soll den Grad der Gleichmässigkeit des Materials einer Lieferung geben, wobei wir bemerken, dass bei zu verschiedenen Zeiten gelieferten Waaren in qualitativer Beziehung wohl Abweichungen angetroffen wurden, die jedoch wesentlich geringfügiger als diejenigen sind, die wir bei Eisen und Stahl zu beobachten Gelegenheit hatten.

Resultate der Prüfung von Stangenkupfer.

Stehbolzenmaterial der Locomotiven der „Alta Italia".

№	Lieferant	Streckgrenze *t* pro *cm*²	Zugfestigkeit *t* pro *cm*²	Contraction in %	Dehnungen in %		Qualität-Coeff. n. Tetmajer	Bemerkungen
					p. 10 *cm*	p. 20 *cm*		
	Antragsteller: **Schweiz. Locomotivfabrik,** Winterthur.							
1	Société p. l. fabrication des métaux à Paris.	0,98	2,24	62,6	48,0	39,0	0,87	Mater. fehlerfrei
2		0,98	2,24	64,6	48,5	40,0	0,90	
3		0,98	2,22	59,5	55,0	46,0	1,02	
4		0,98	2,22	65,9	50,0	42,0	0,93	
5		0,98	2,25	65,3	54,5	43,0	0,97	
	Bei ca. 20 Versuchen mit Kupfer in Rundstäben (Stehbolzenmaterial) fanden wir							
	im Mittel:	0,95	2,20	61,0	51,0	41,5	0,92	
	im Maximum:	1,20	2,35	66,0	56,0	46,0	1,05	
	im Minimum:	0,88	2,13	50,5	38,5	30,0	0,64	
	Kupferbleche (Feuerbüchs-Material) ergaben							
	im Mittel	1,02	2,30	52,0	52,0	44,0	1,00	



Zur Frage der Qualitätsbesti

Von Prof. L. T



Fig. 1.



Silicium und Man

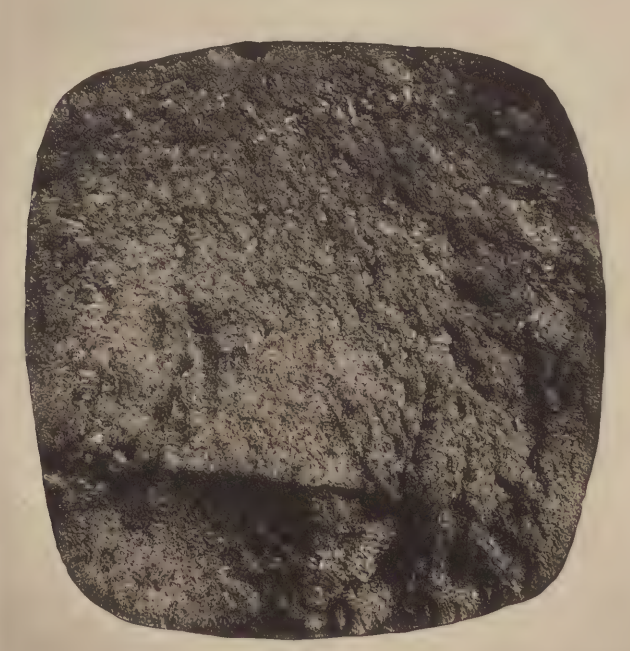


Fig. 4.



Masstab ca.

mung von Flussstahlschienen.

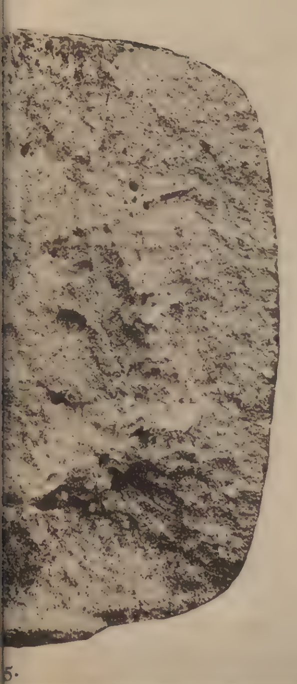
AJER in Zürich.



2.

Fig. 3.

stahlblock-Brüche.



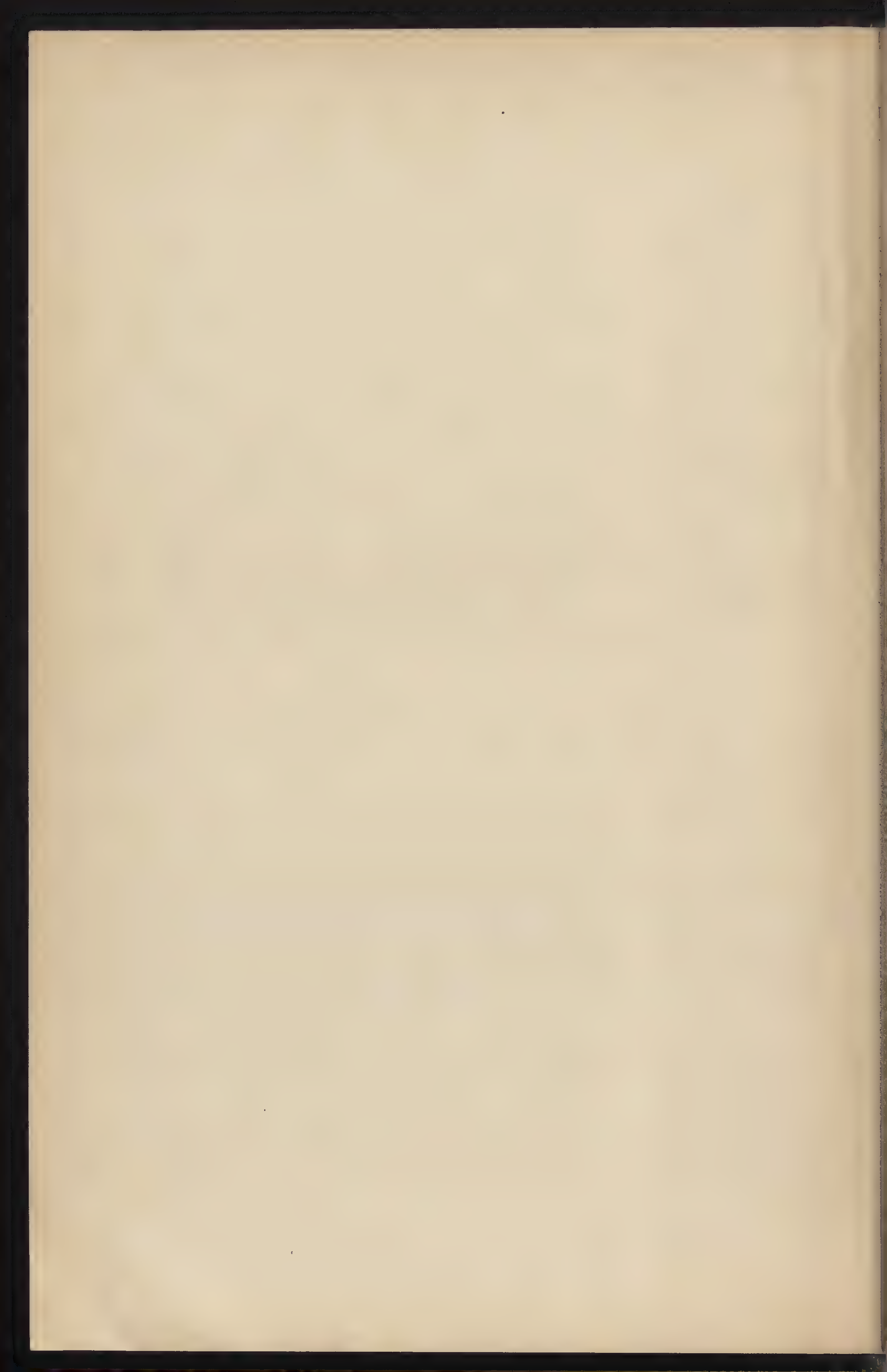
5.

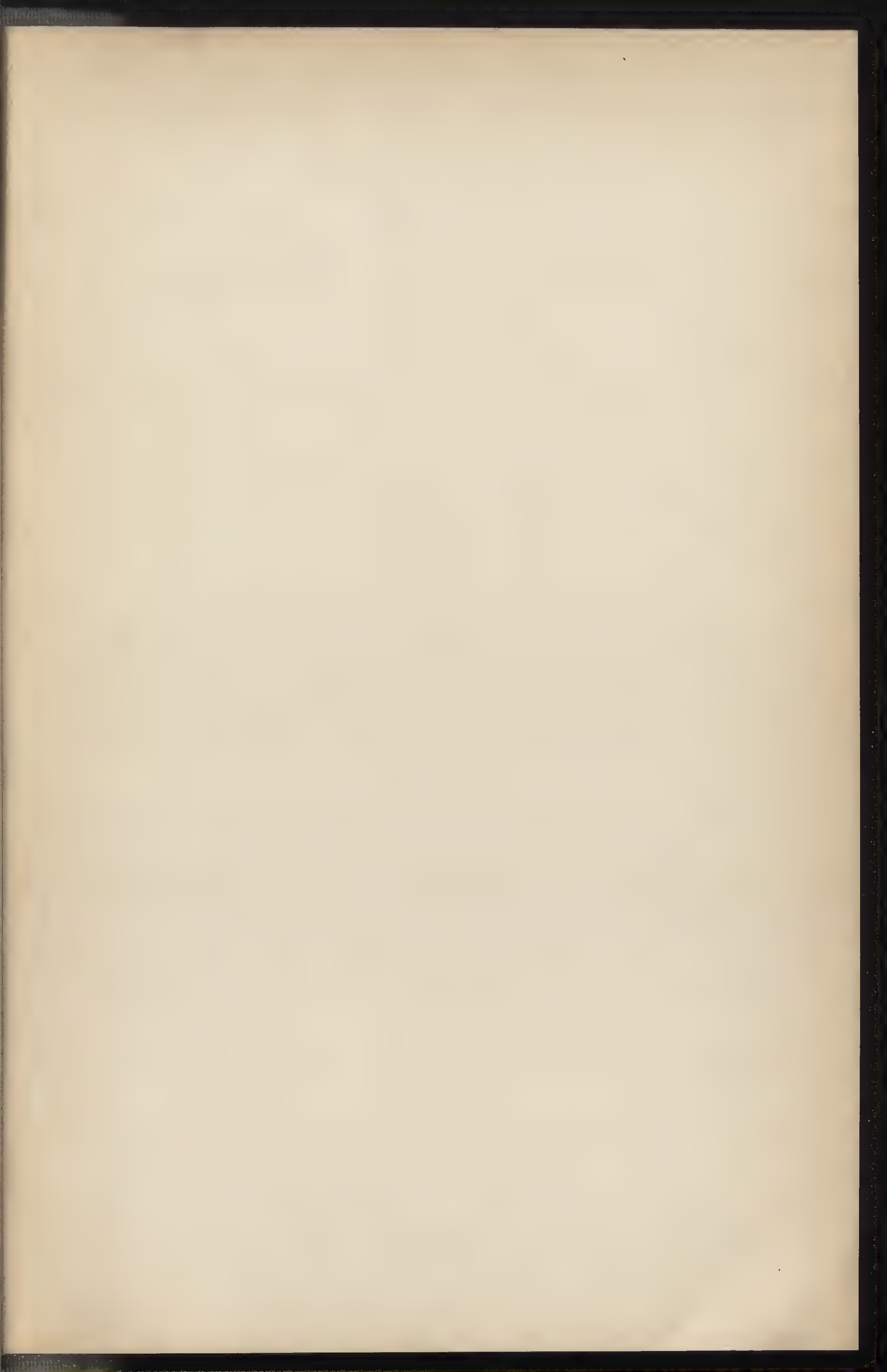


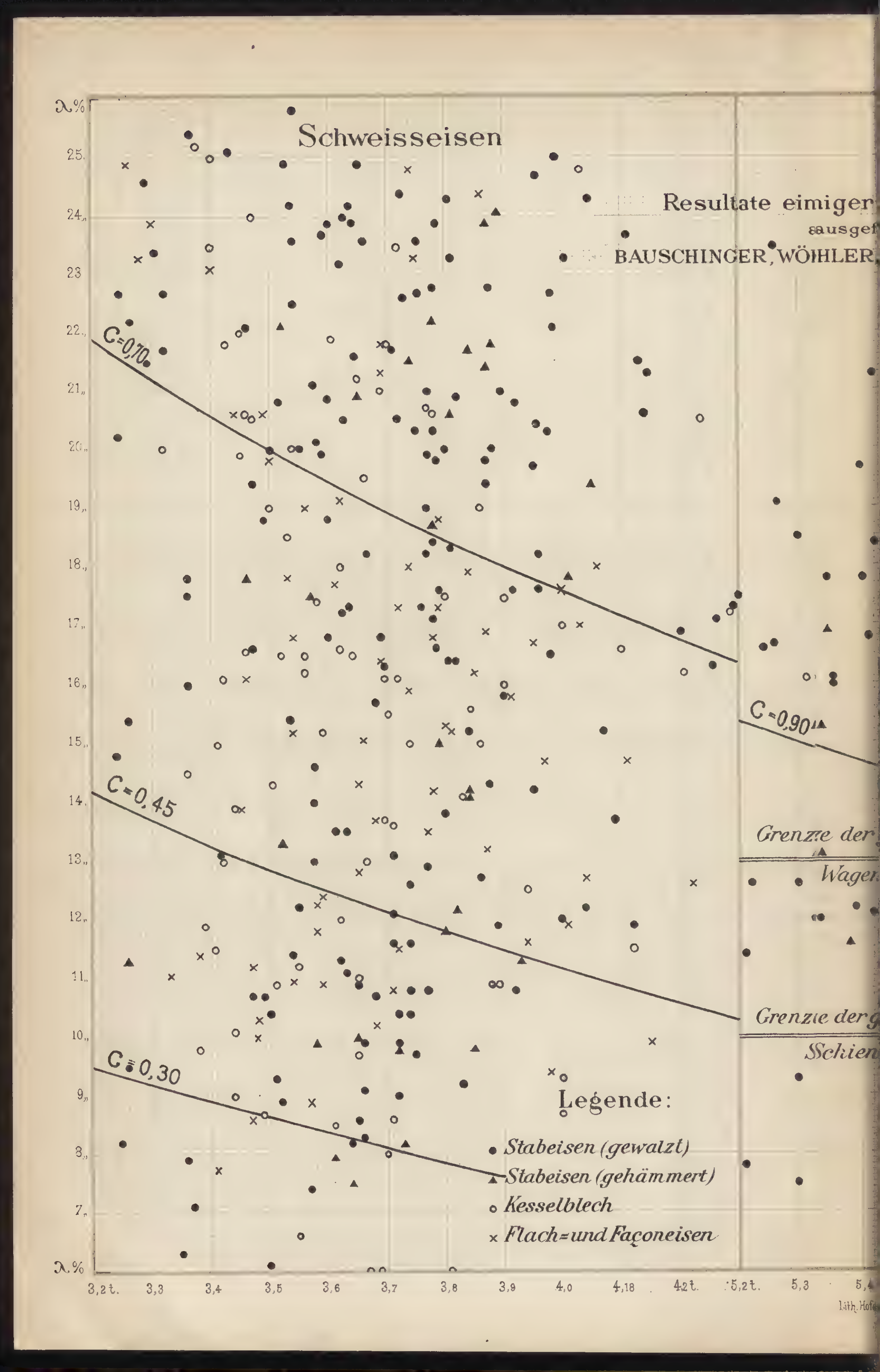
Fig. 6.

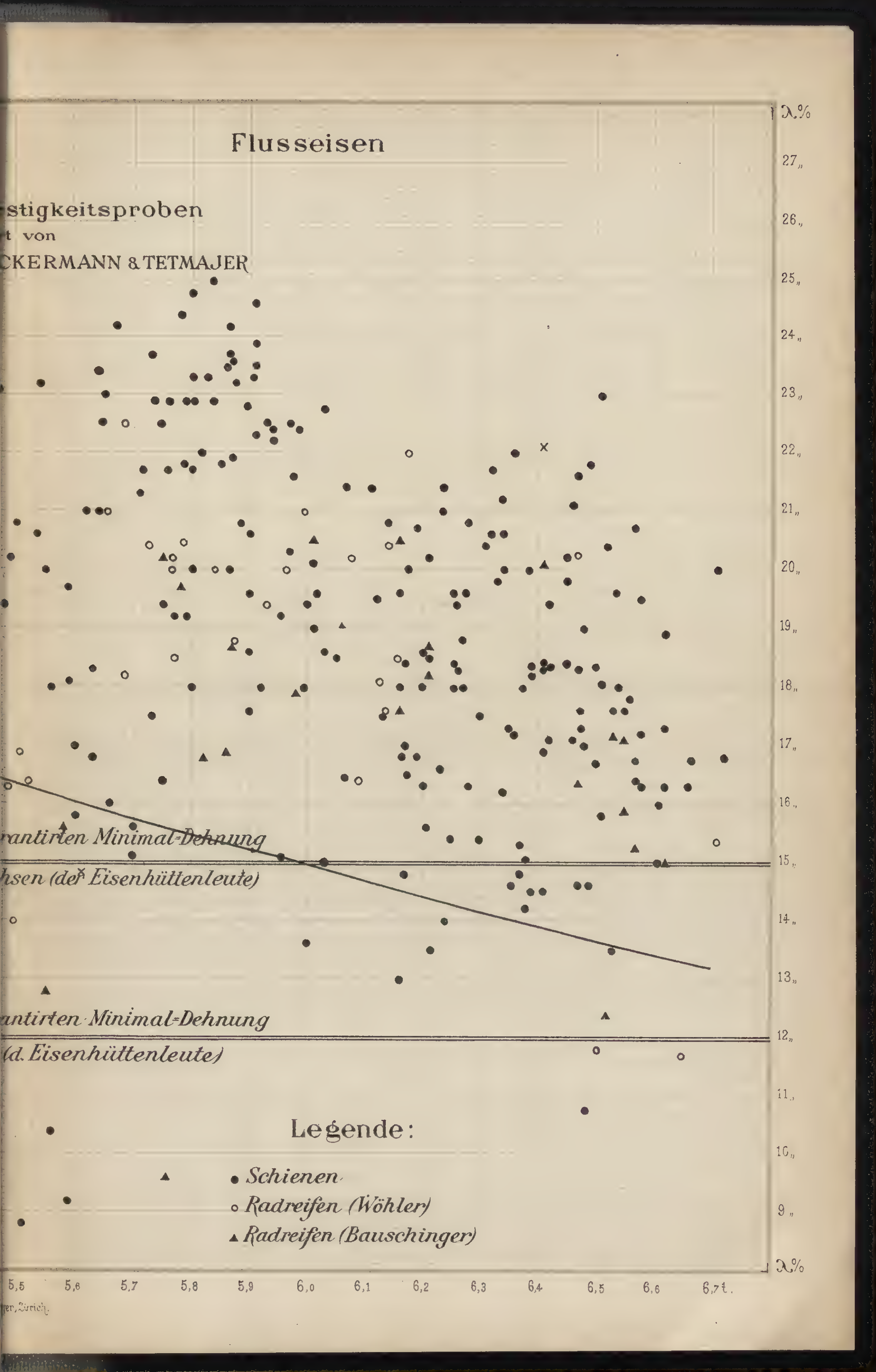
J. BAECKMANN
Anstalt für Lichtdruck
KARLSRUHE

ürlicher Grösse.

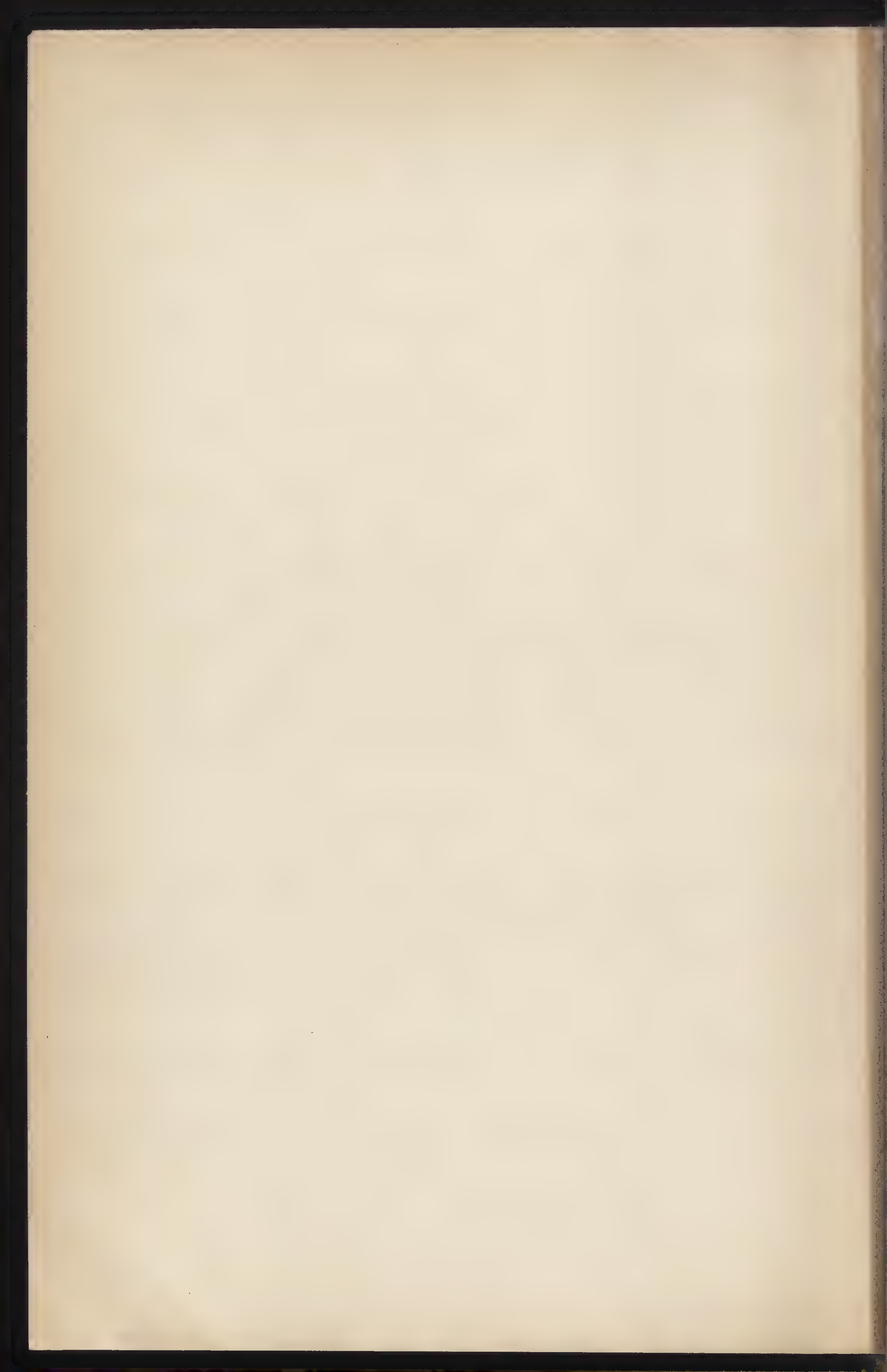





Schweisseisen
Resultate einiger
ausgef
BAUSCHINGER, WÖHLER,
λ.%
25.
24.,
23
22.,
21.,
20.,
19.,
18.,
17.,
16.,
15.,
14.
13.,
12.,
11.,
10.,
9.,
8.
7.,
λ.%
C=0,70
C=0,45
C=0,30
C=0,90
Grenze der
Wagen
Grenze der
Schien
Legende:
Stabeisen (gewalzt)
Stabeisen (gehämmert)
Kesselblech
Flach= und Façoneisen
3,2t.
3,3
3,4
3,5
3,6
3,7
3,8
3,9
4,0
4,18
4,2t.
5,2t.
5,3



Flusseisen
stigkeitsproben
t von
CKERMANN & TETMAJER
rantirten Minimal-Dehnung
hsen (der Eisenhüttenleute)
antirten Minimal-Dehnung
(d. Eisenhüttenleute)
Legende:
• Schienen
∘ Radreifen (Wöhler)
▲ Radreifen (Bauschinger)
λ %
27 „
26 „
25 „
24 „
23 „
22 „
21 „
20 „
19 „
18 „
17 „
16 „
15 „
14 „
13 „
12 „
11 „
10 „
9 „
λ %
5,5
5,6
5,7
5,8
5,9
6,0
6,1
6,2
6,3
6,4
6,5
6,6
6,7 t.



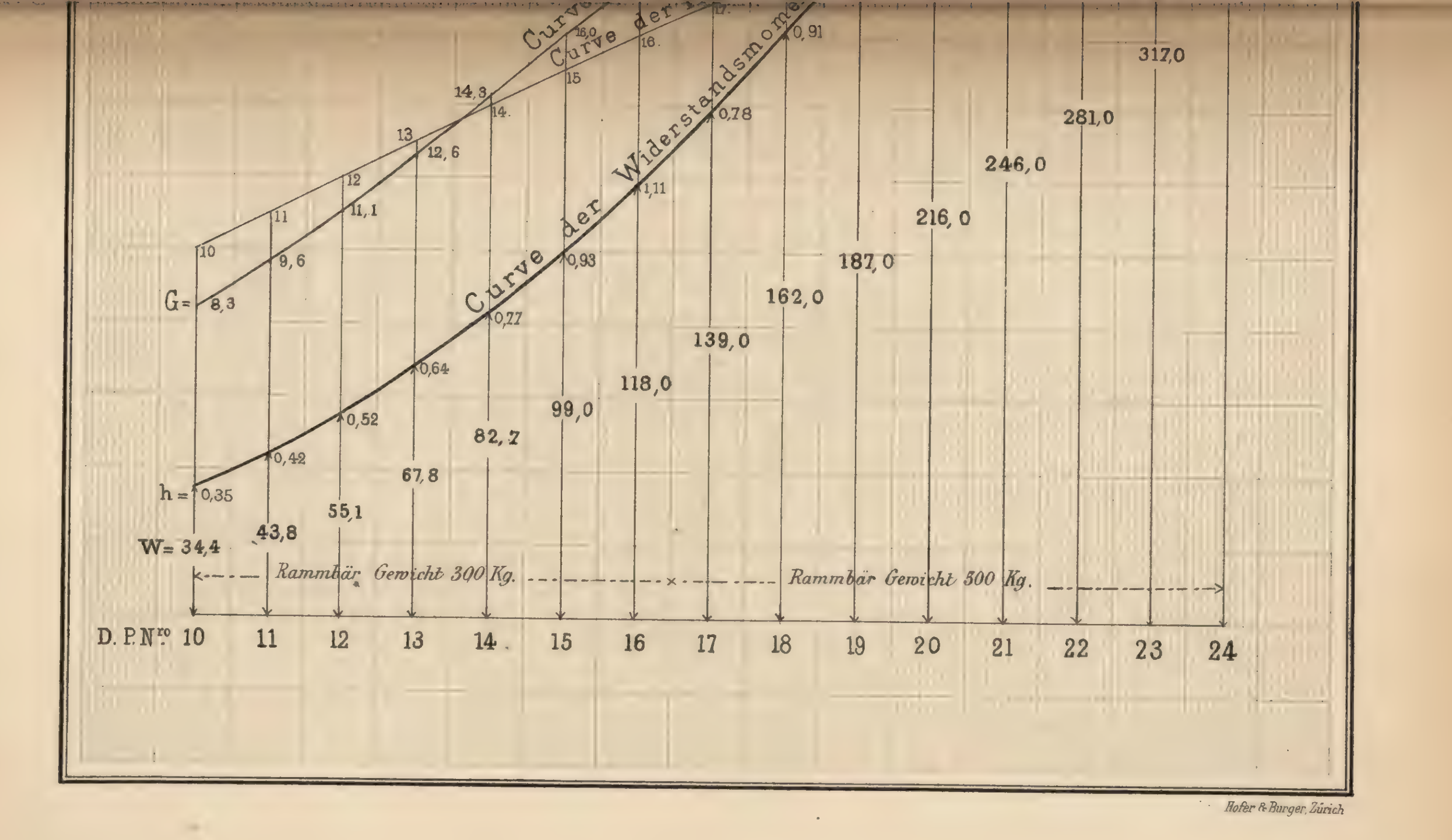


DEUTSCHE NORMAL-PROFILE.

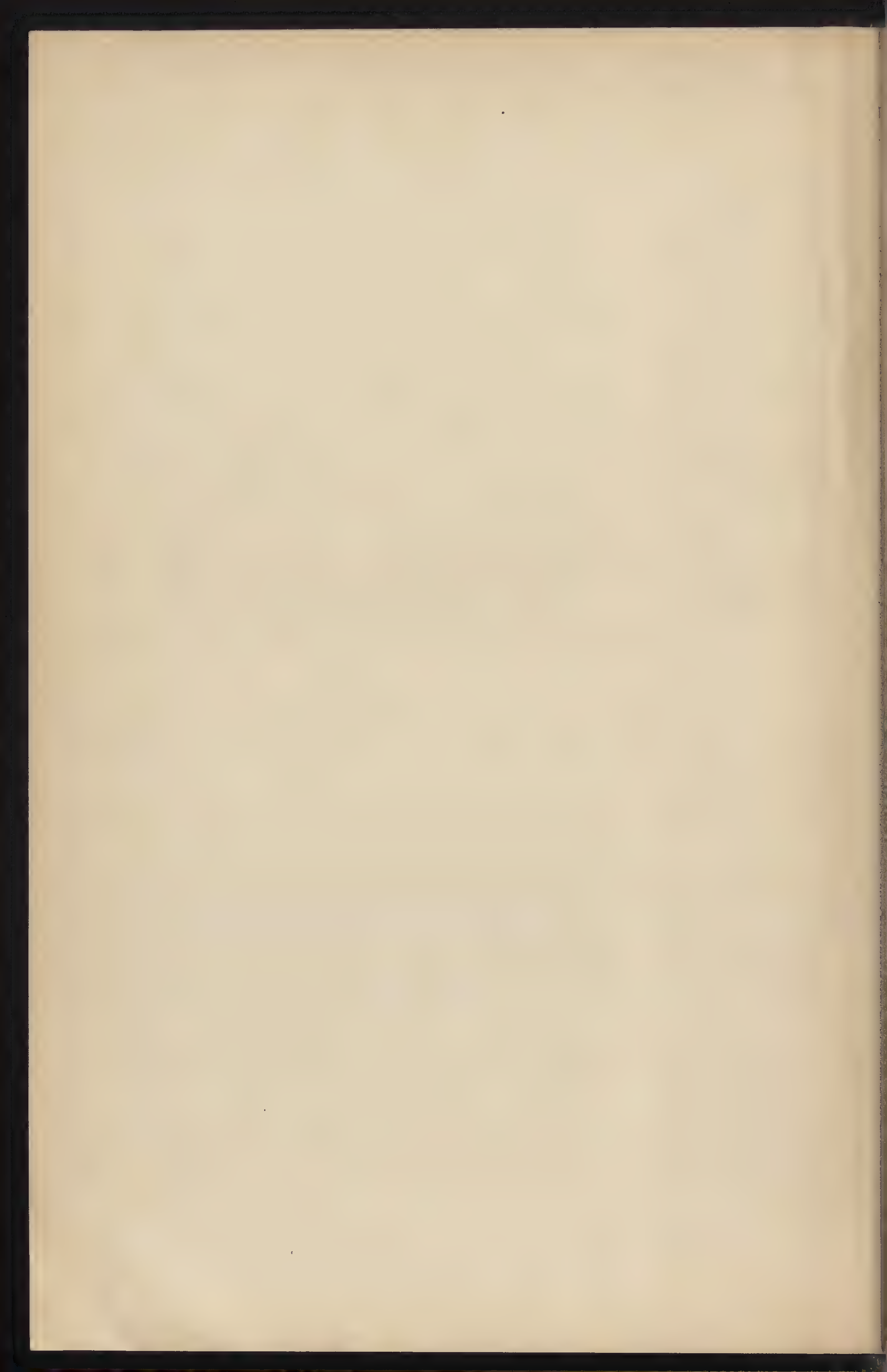
<u>*Maasstäbe:*</u>

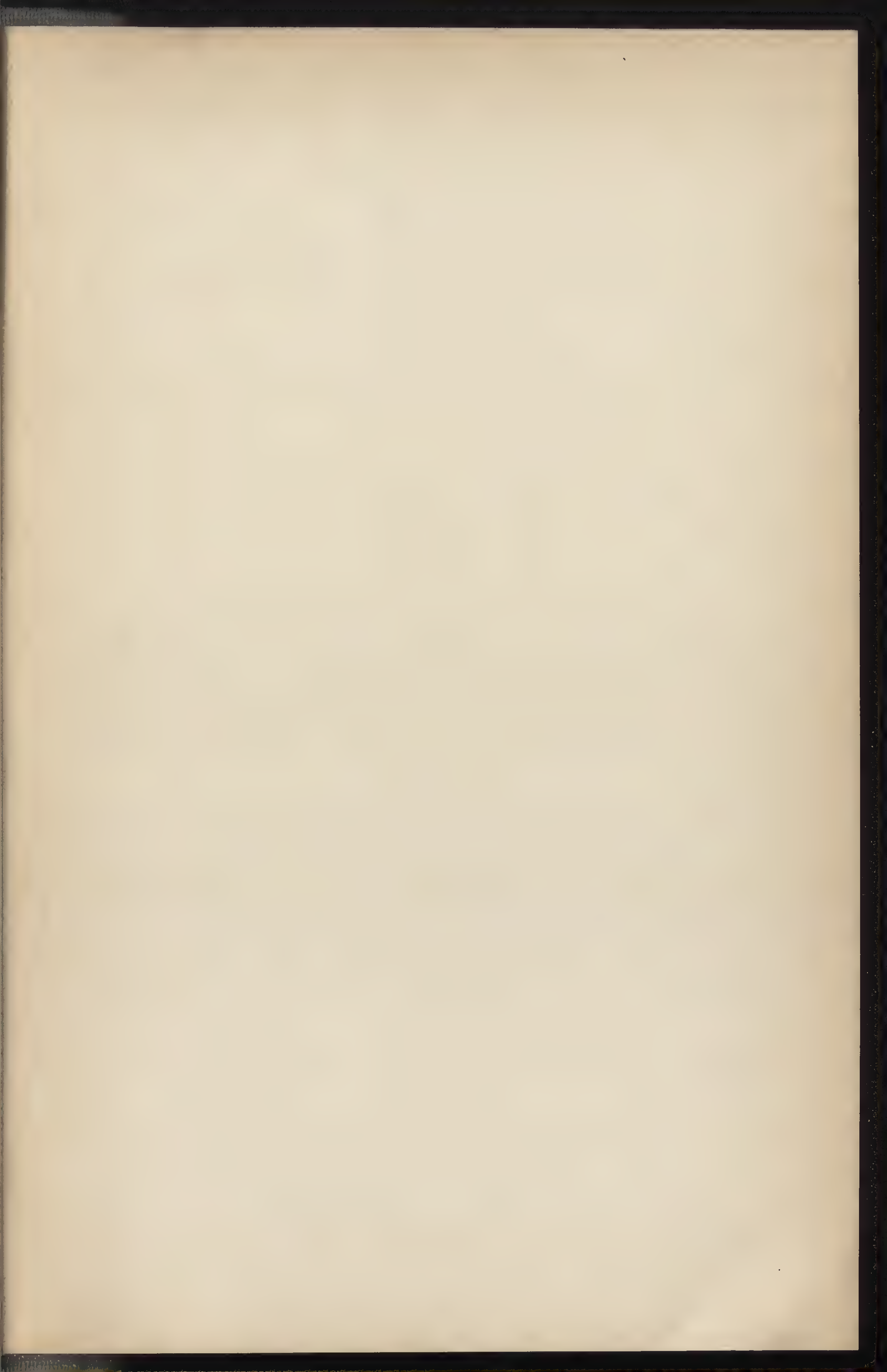
der Höhen .... *1 cm. = 5 mm.*
der Gewichte .... *1 Kg. = 5 mm.*
der Widerstandsmomente (in cm.): 1 : 20.

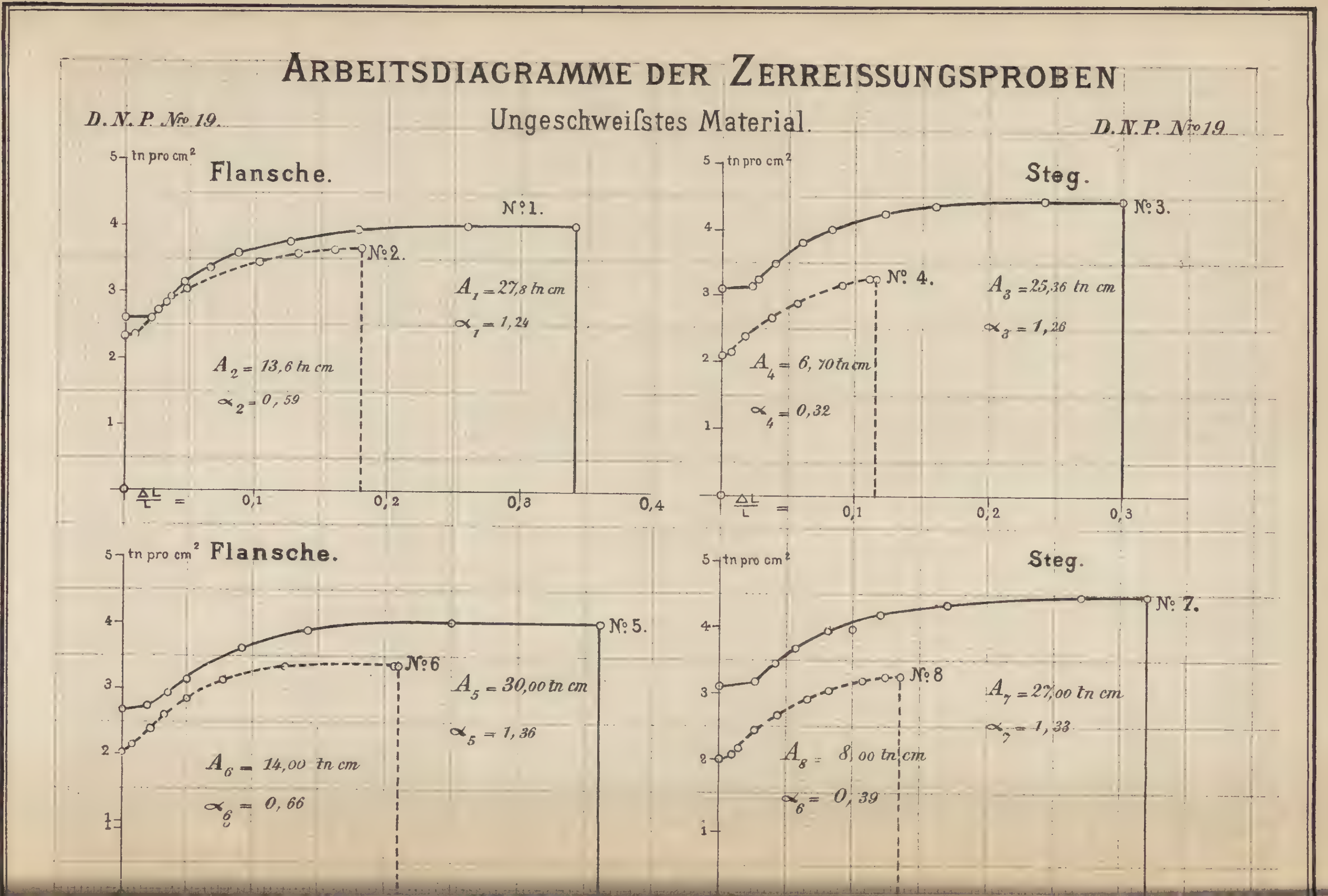
1 : 20.

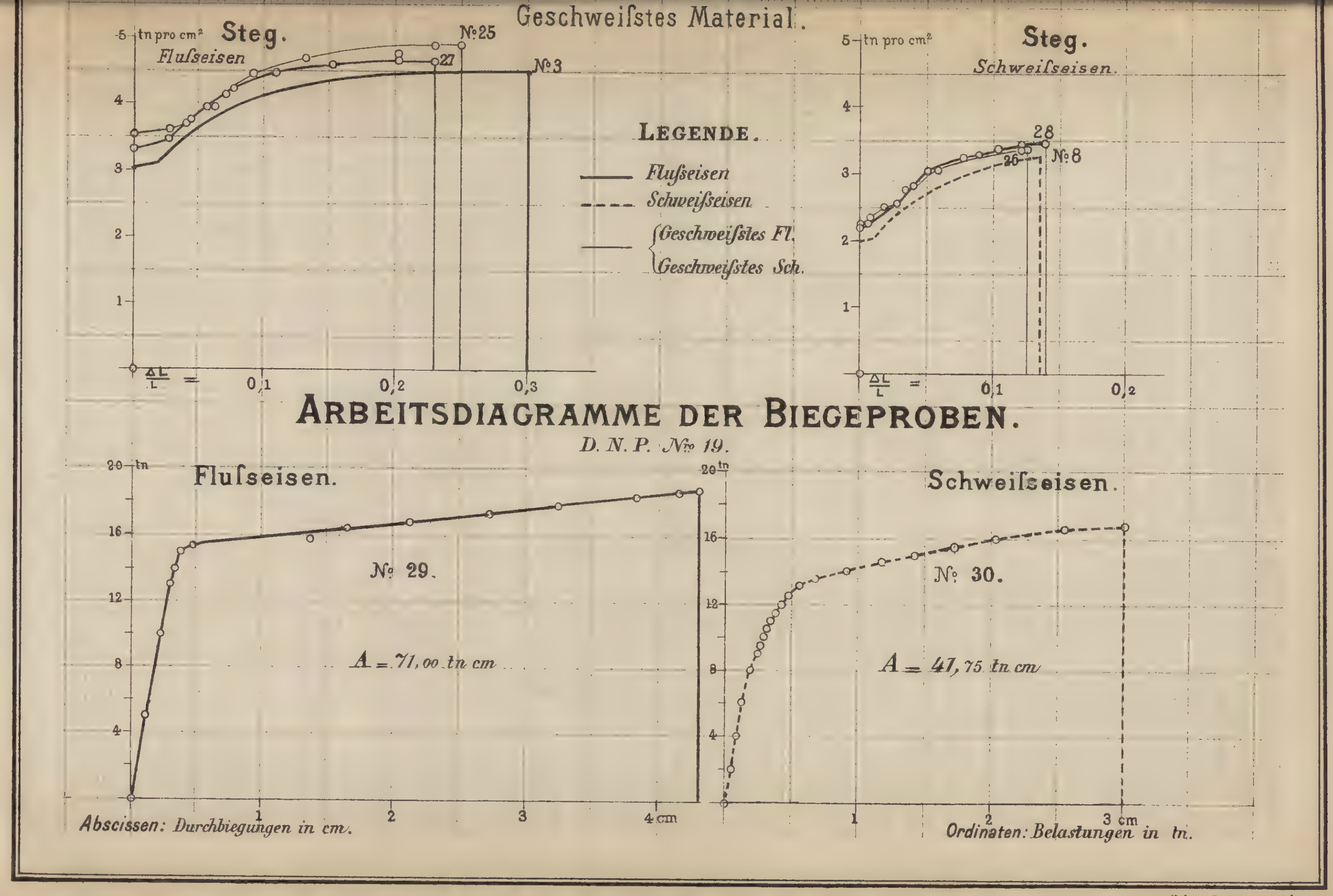


Hofer & Burger, Zürich



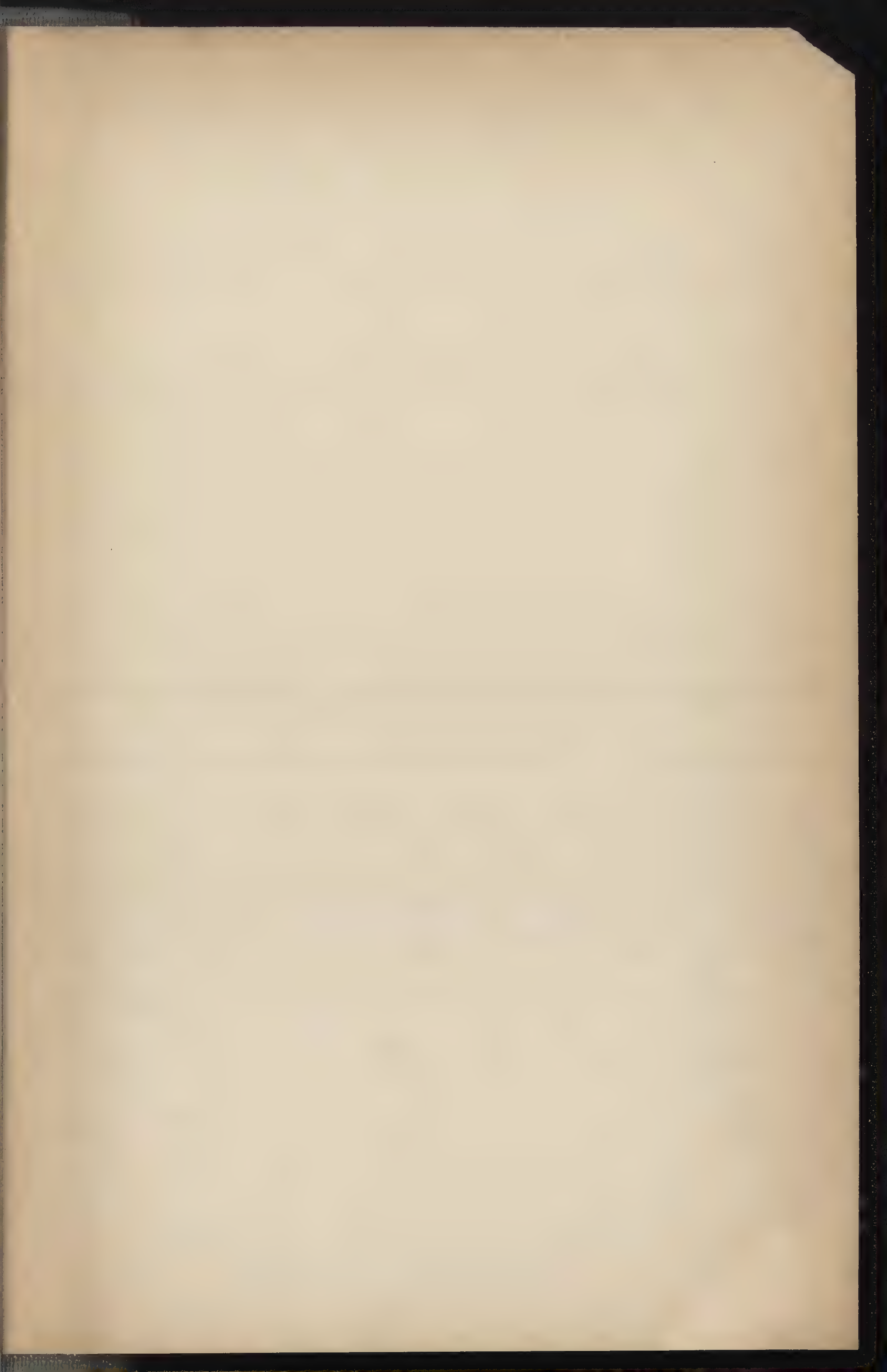


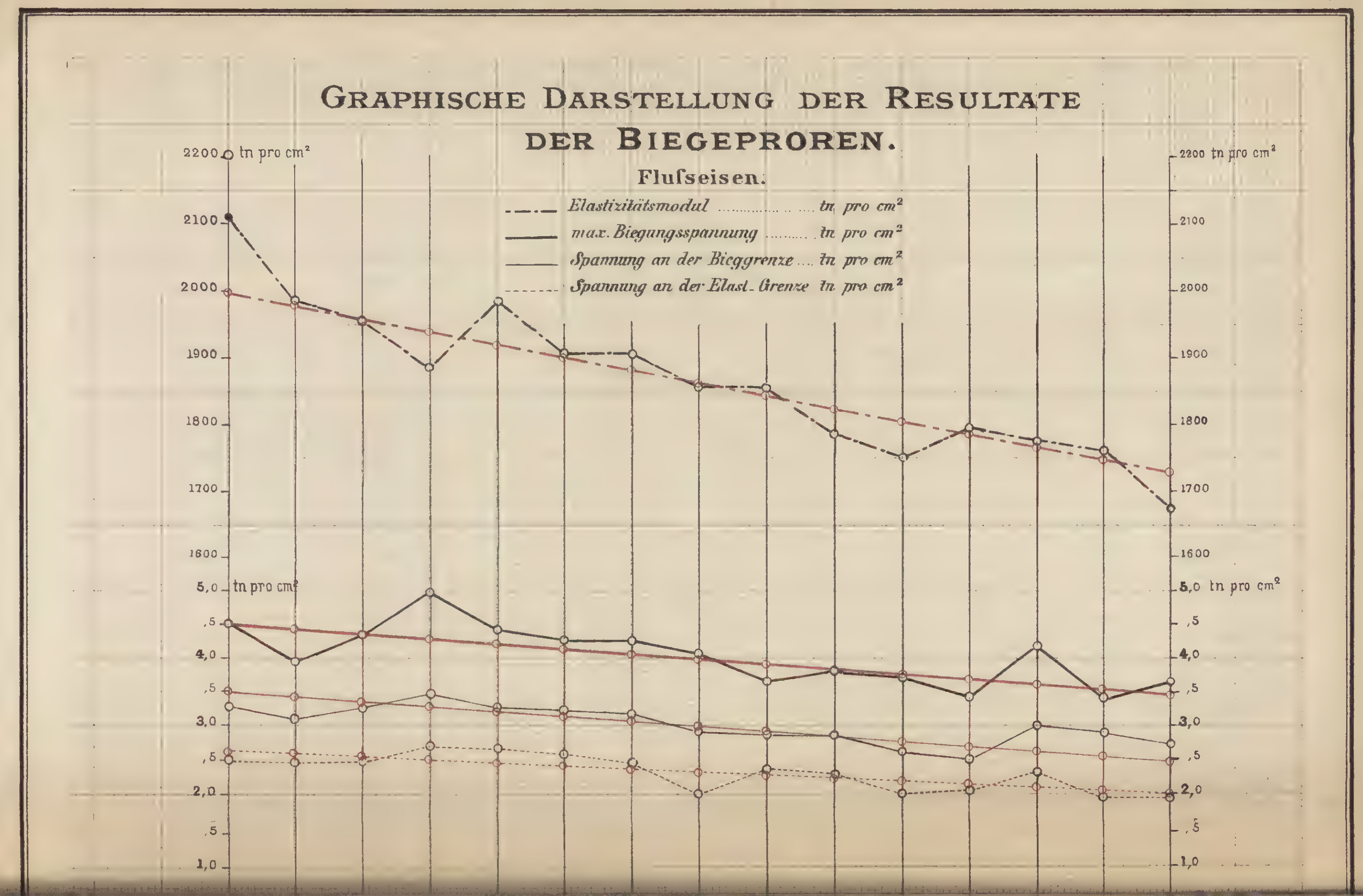

ARBEITSDIAGRAMME DER ZERREISSUNGSPROBEN
Ungeschweißtes Material.
D. N. P. № 19.
D. N. P. № 19
Flansche.
Steg.
Flansche.
Steg.
tn pro cm²
N°1.
№ 2.
№ 3.
№ 4.
№ 5.
№ 6
№ 7.
№ 8
$A_1 = 27,8$ tn cm
$\alpha_1 = 1,24$
$A_2 = 13,6$ tn cm
$\alpha_2 = 0,59$
$A_3 = 25,36$ tn cm
$\alpha_3 = 1,26$
$A_4 = 6,70$ tn cm
$\alpha_4 = 0,32$
$A_5 = 30,00$ tn cm
$\alpha_5 = 1,36$
$A_6 = 14,00$ tn cm
$\alpha_6 = 0,66$
$A_7 = 27,00$ tn cm
$\alpha_7 = 1,33$
$A_8 = 8,00$ tn cm
$\alpha_6 = 0,39$
$\frac{\Delta L}{L} =$
0,1
0,2
0,3
0,4

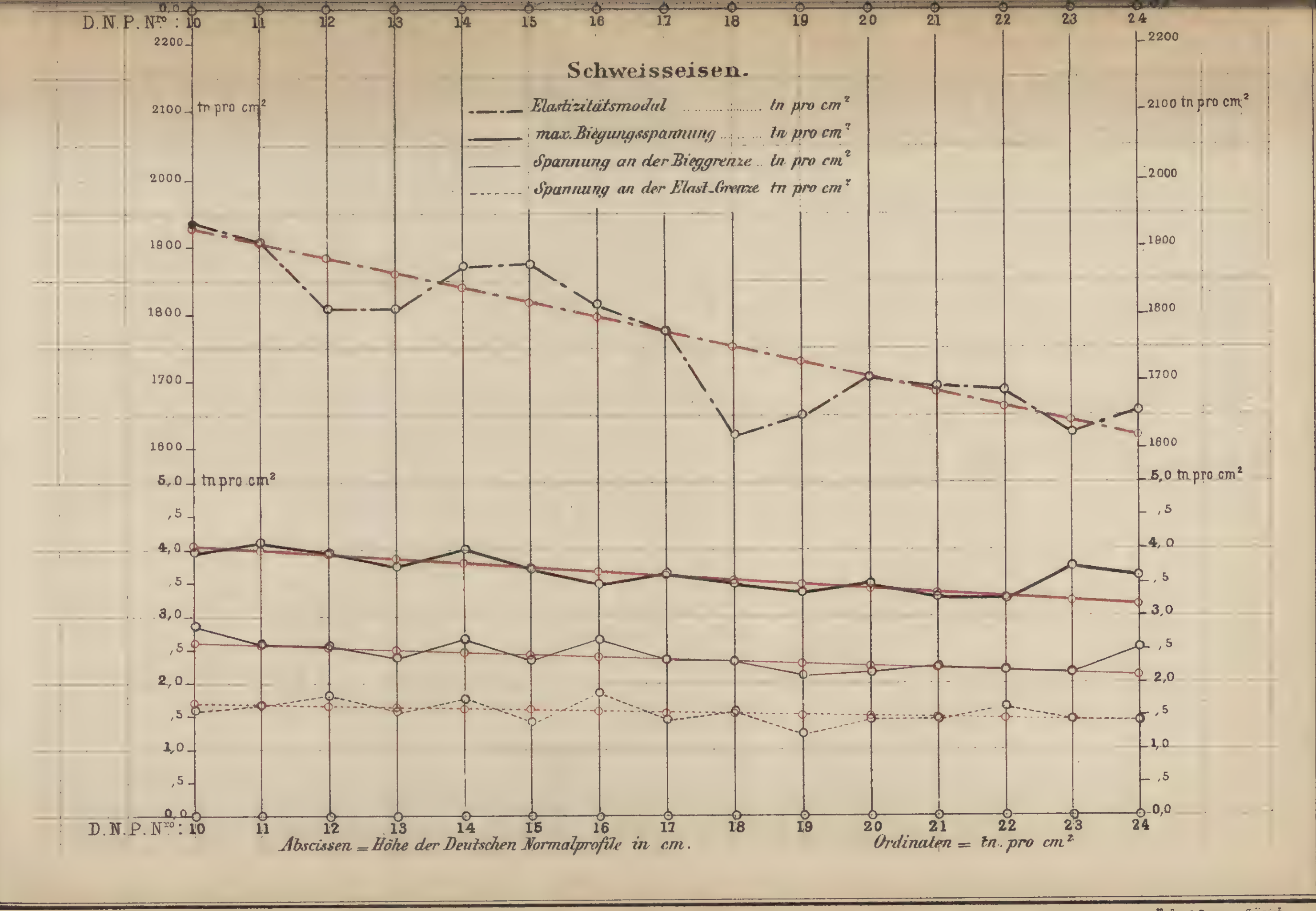


Hofer & Burger, Zürich

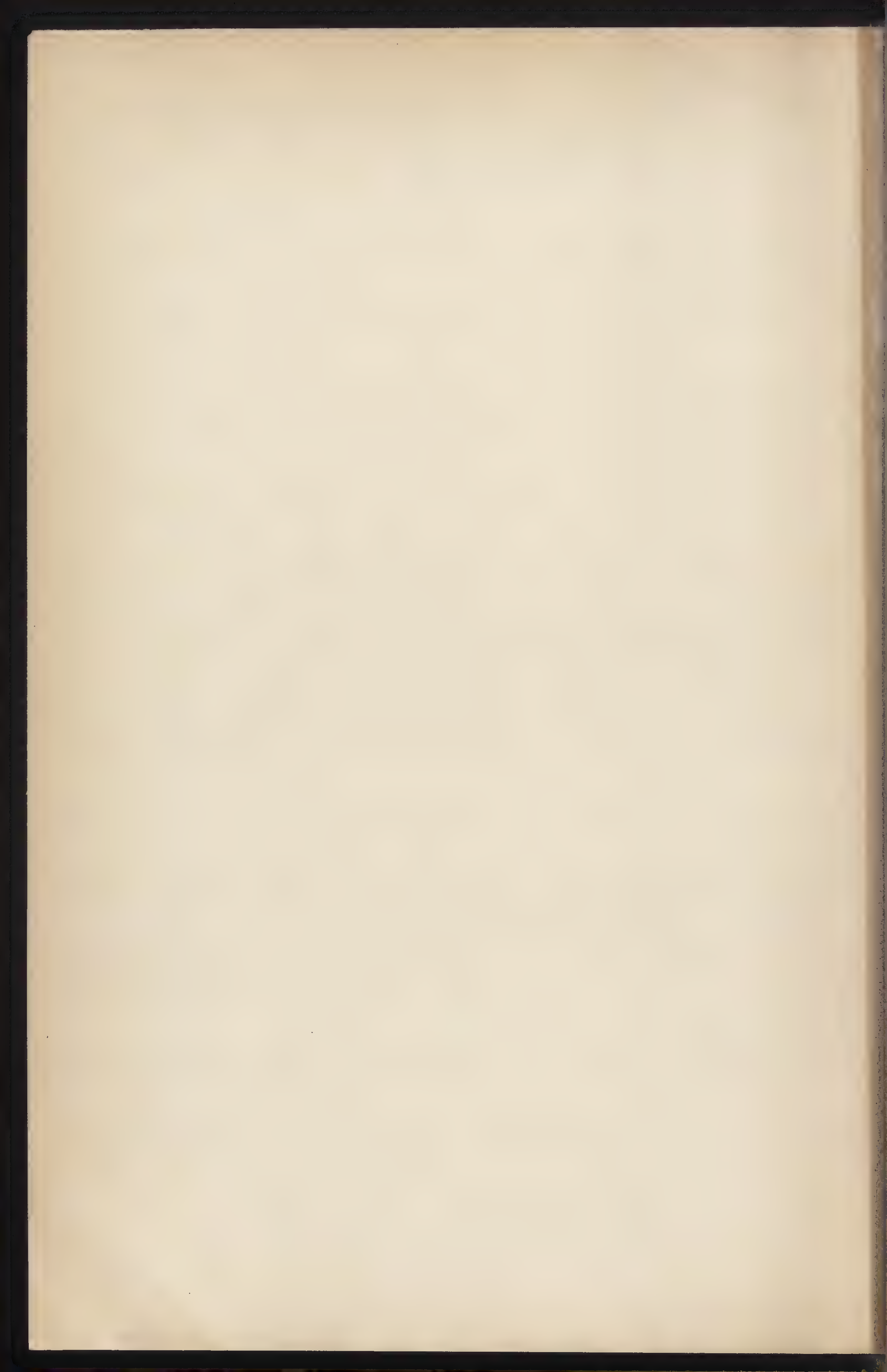





GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER RESULTATE
DER BIEGEPROREN.
Flufseisen.
Elastizitätsmodul .... tn pro cm²
max. Biegungsspannung .... tn pro cm²
Spannung an der Bieggrenze .... tn pro cm²
Spannung an der Elast.-Grenze tn pro cm²
2200 tn pro cm²
2100
2000
1900
1800
1700
1600
5,0 tn pro cm²
,5
4,0
,5
3,0
,5
2,0
,5
1,0

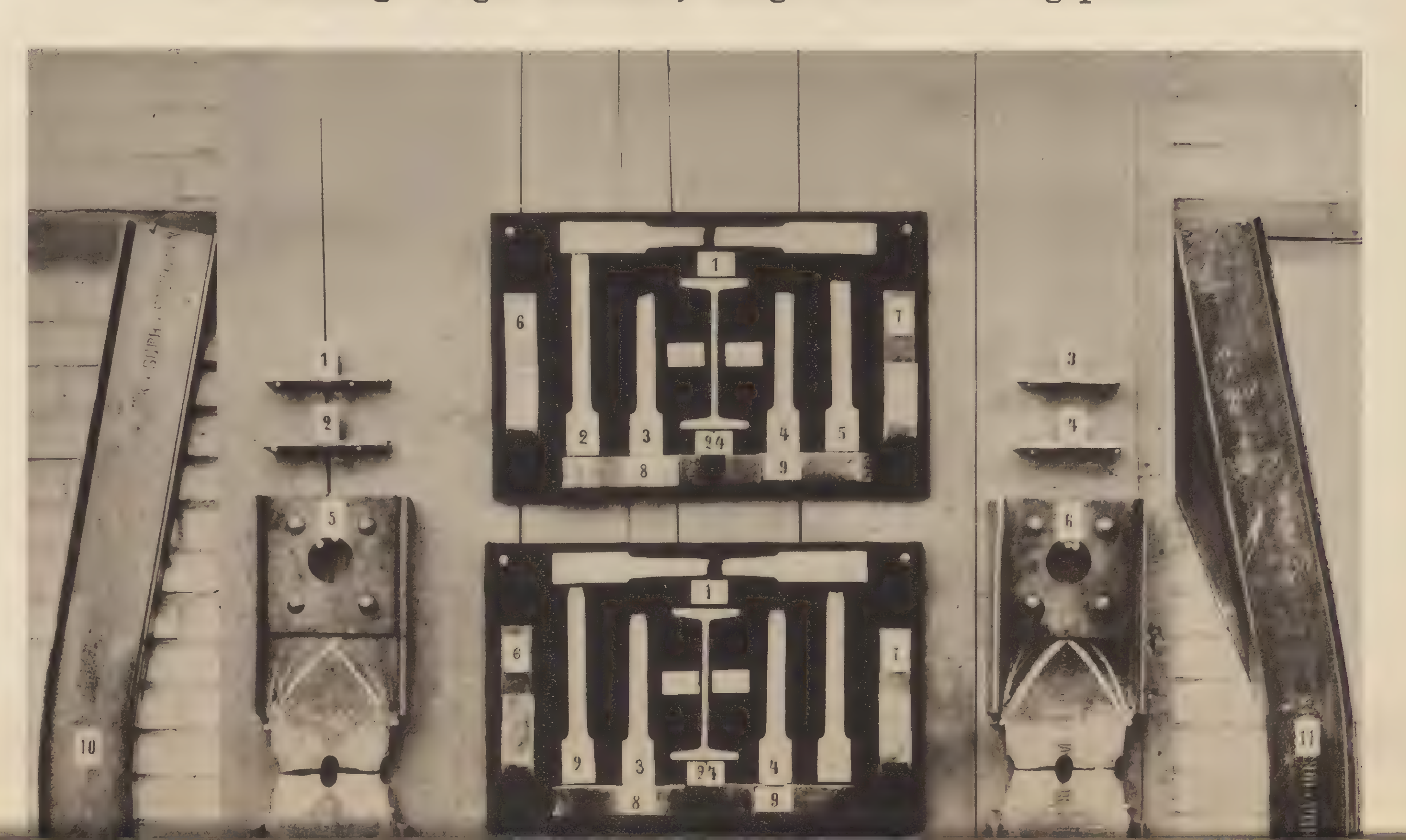


Hofer & Burger, Zürich

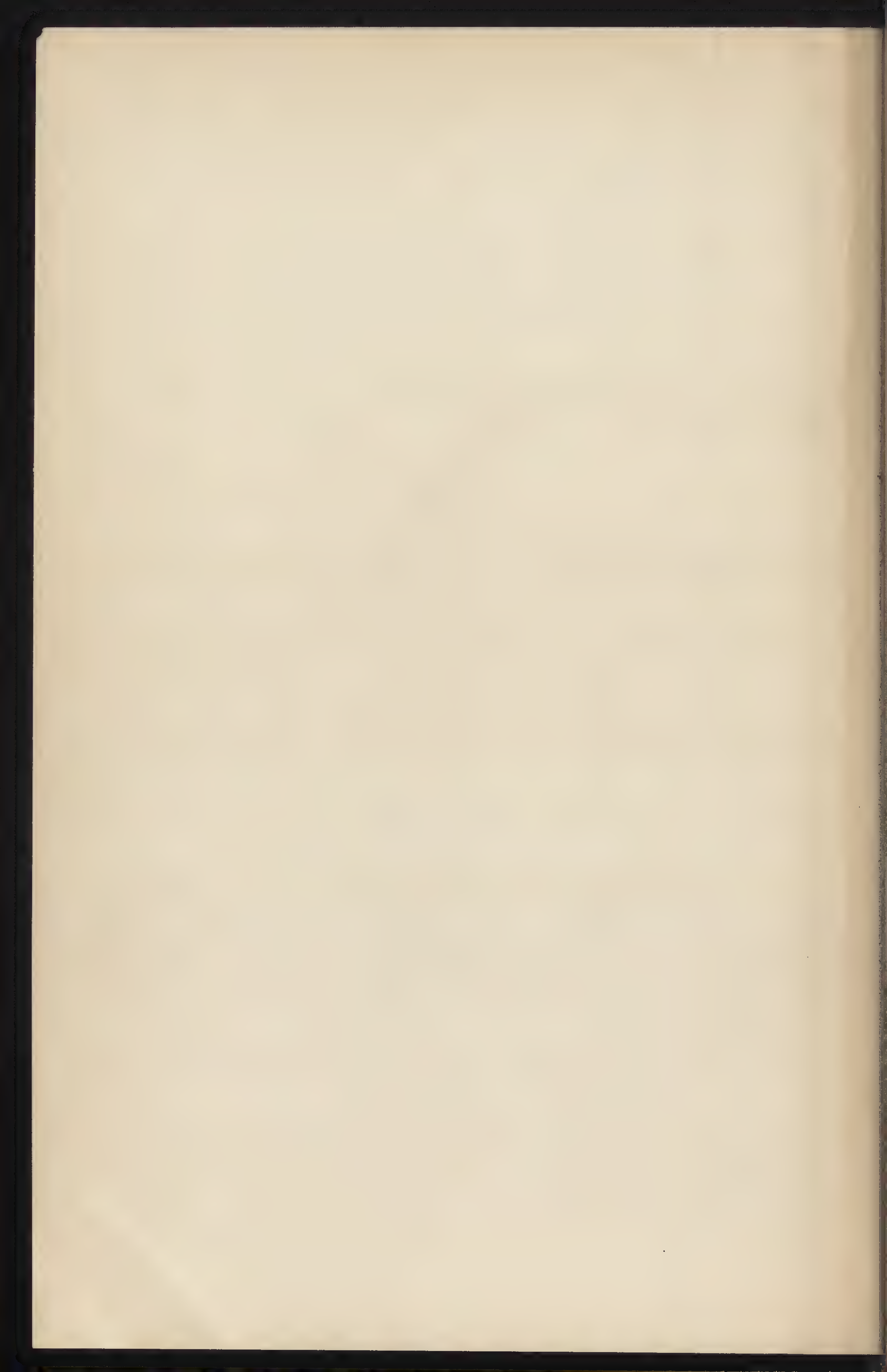


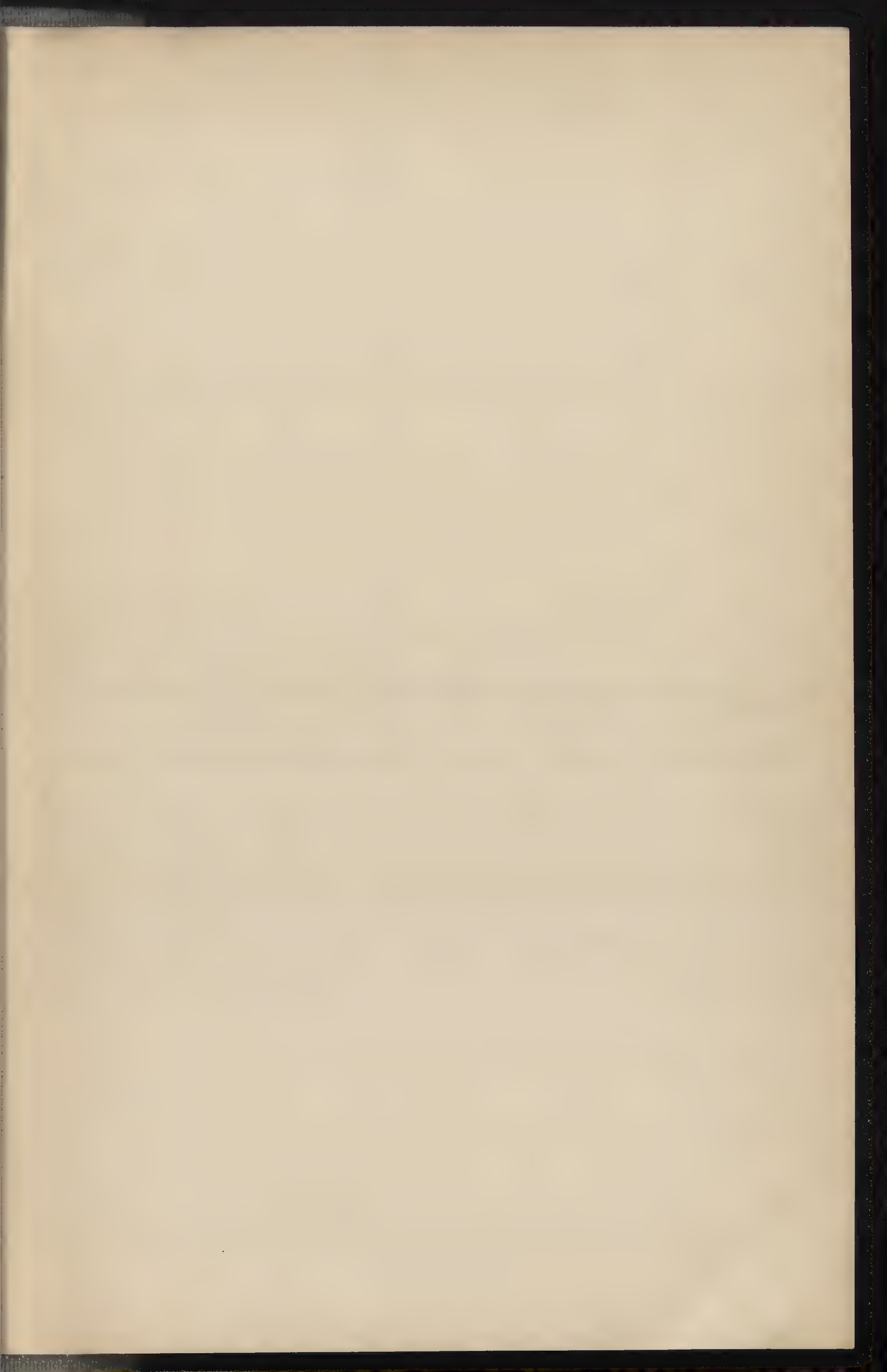


Darstellung einiger Zerreiss,- Biege- und Lochungsproben.









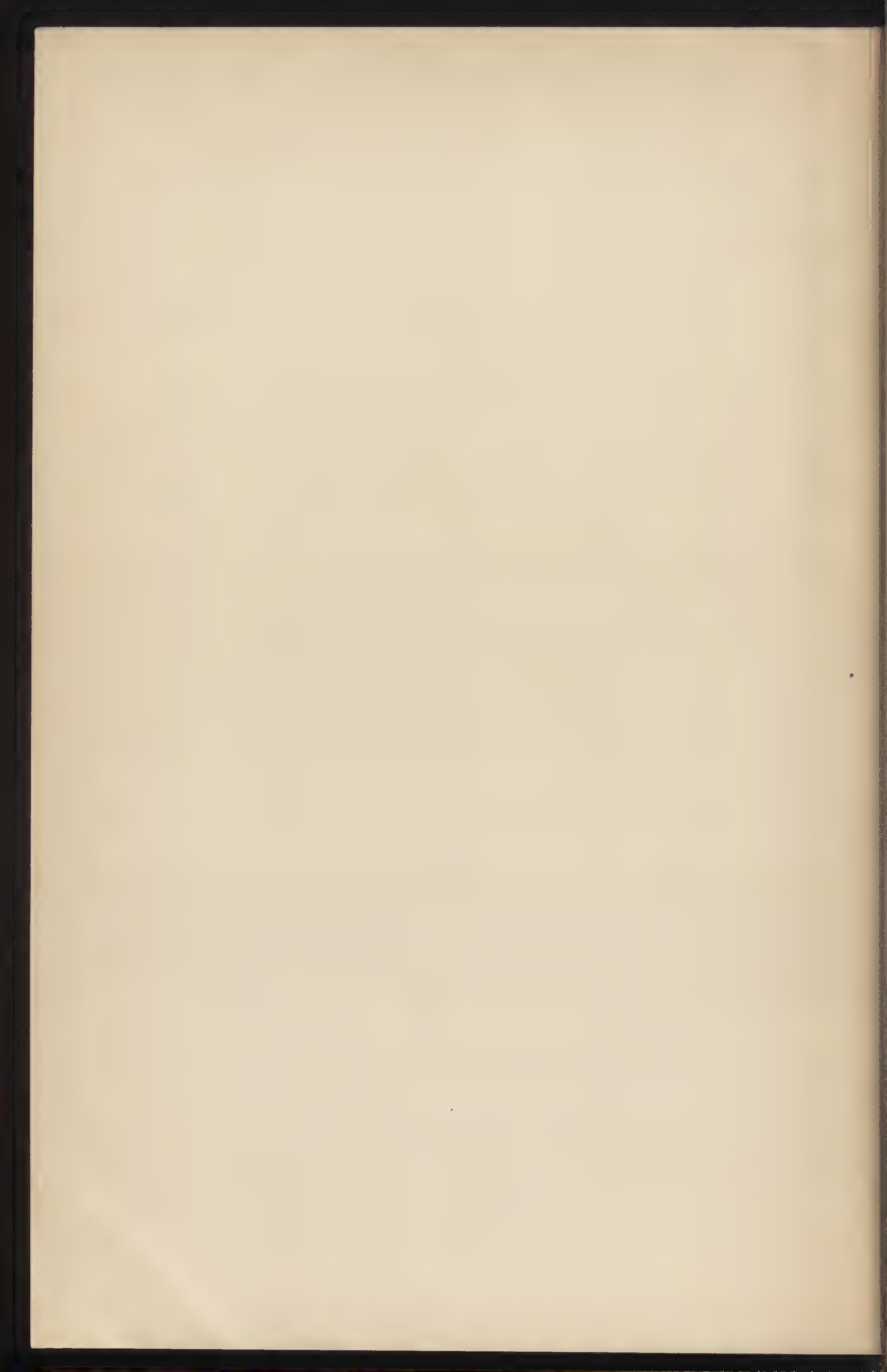
Darstellung einiger Schlagproben.

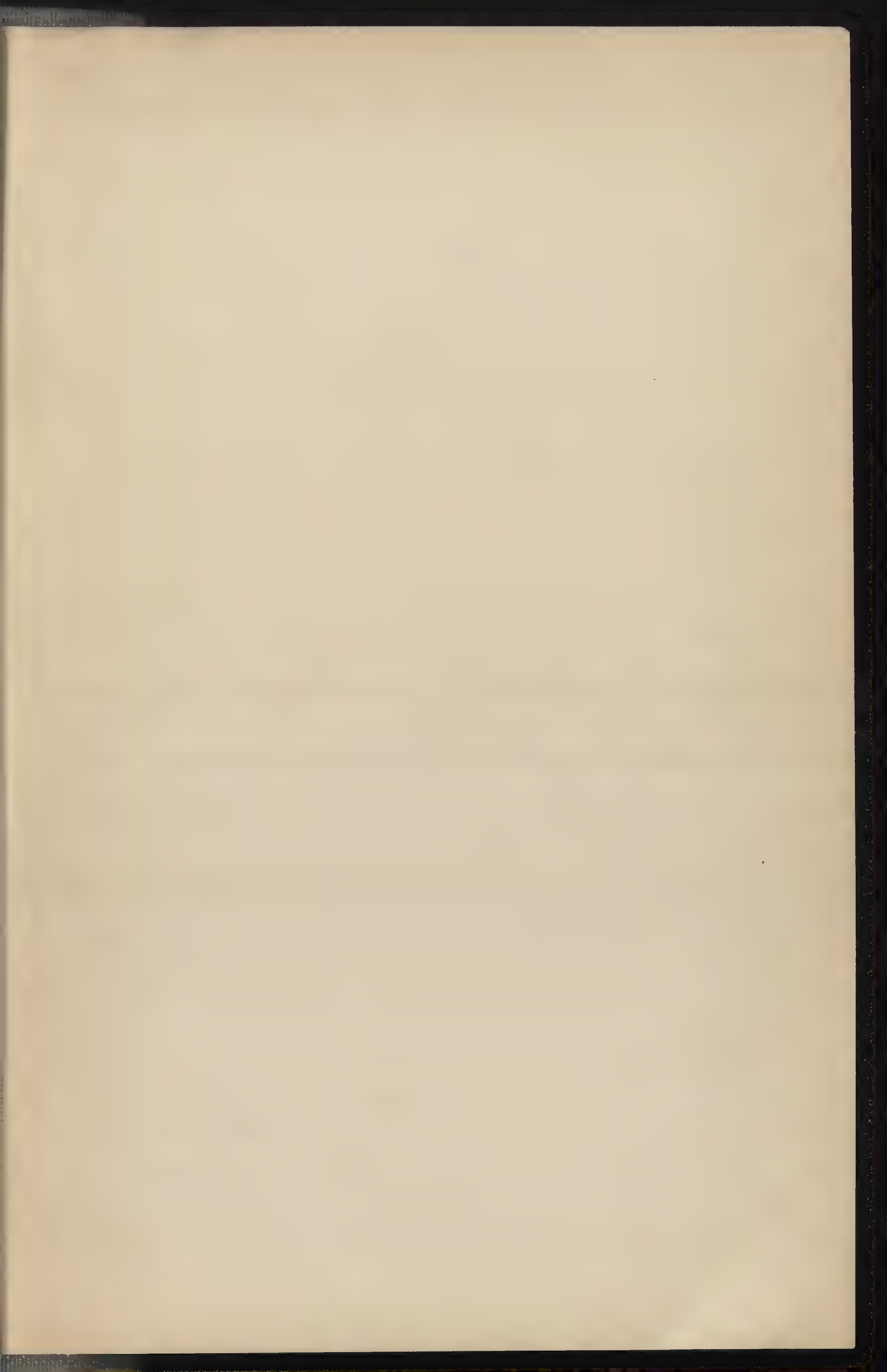




Flusseisen: Fig. 1, 4, 5, 7, 9 u. 11.

Schweisseisen: Fig. 2, 3, 6, 8, 10 u. 12.





Darstellung einiger Kaltp



en mit Flusseisenträgern.



